

FACULTÉ DE MÉDECINE DE PARIS

Année 1933.

THÈSE

N° 407

POUR LE

DOCTORAT EN MÉDECINE

(MENTION MÉDECINE)

PAR

Jean BIARNOIS

Né le 30 Avril 1905 à Argenton-sur-Creuse (Indre)

**La pasteurisation, sa nécessité,
son action
sur le lait de consommation**

Le Président : M. L. TENON

PARIS

LES PRESSES MODERNES
45, RUE DE MAUBEUGE, 45

1933

FACULTÉ DE MÉDECINE DE PARIS

Année 1933.

N° _____

THÈSE

POUR LE

DOCTORAT EN MÉDECINE

(MENTION MÉDECINE)

PAR

Jean BIARNOIS

Né le 30 Avril 1905 à Argenton-sur-Creuse (Indre)

La pasteurisation, sa nécessité, son action sur le lait de consommation

Le Président : M. L. TENON

LES PRESSES MODERNES

45, RUE DE MAUBEUGE, 45

1933

I. — PROFESSEURS

	MM.
Anatomie	ROUVIERE.
Anatomie médico-chirurgicale et chirurgie expérimentale	GREGOIRE.
Physiologie	BINET.
Physique médicale	STROHL.
Chimie médicale	DESGREZ.
Bactériologie	LEMIERRE.
Parasitologie et histoire naturelle médicale	BRUMPT.
Pathologie et thérapeutique générales	BAUDOUIN.
Pathologie médicale	CLERC.
Pathologie chirurgicale	LENORMANT.
Anatomie pathologique	ROUSSY.
Histologie	CHAMPY.
Pharmacologie et matière médicale	TIFFENEAU.
Thérapeutique	LOEPER.
Hygiène et médecine préventive	TANON.
Médecine légale	BALTHAZARD.
Histoire de la médecine et de la chirurgie	LAIGNEL-LAVASTINE.
Pathologie expérimentale et comparée	FISSINGER.
Hydrologie thérapeutique et climatologie	Maurice VILLARET
Clinique médicale	CARNOT.
	BEZANÇON.
	ACHARD.
	Marcel LABBÉ.
Hygiène et clinique de la première enfance	LEREBOULLET.
Clinique des maladies des enfants	NOBECOURT.
Clinique des maladies mentales et des maladies de l'encéphale	H. CLAUDE.
Clinique des maladies cutanées et syphilitiques	GOUGEROT.
Clinique des maladies du système nerveux	GUILLAIN.
Clinique des maladies infectieuses	TEISSIER.
Clinique chirurgicale	DELBET.
	CUNEO.
	LEJARS.
	GOSSET.
Clinique ophtalmologique	TERRIEN.
Clinique urologique	LEGUEU.
Clinique d'accouchements	COUVELAIRE.
	BRINDEAU.
	JEANNIN.
Clinique gynécologique	J. L. FAURE.
Clinique chirurgicale infantile et orthopédie	OMBRÉDANNE.
Clinique thérapeutique médicale	RATHERY.
Clinique oto-rhino-laryngologique	LEMAITRE.
Clinique thérapeutique chirurgicale	Pierre DUVAL.
Clinique propédeutique	SERGEANT.
Clinique de la tuberculose	Léon BERNARD
Professeurs sans chaire	MAUCLAIRE.
	MULON.



II. — AGRÉGÉS EN EXERCICE

MM.

ALAJOUANINE	Neurologie et Psychiatrie
AUBERTIN	Pathologie médicale.
BÉNARD Henri	Pathologie médicale.
BROCC	Pathologie chirurgicale.
BRULE	Pathologie médicale.
BUSQUET	Pharmacologie.
CADENAT	Pathologie chirurgicale.
CATHALA	Pathologie médicale.
CHABROL	Pathologie médicale.
CHAILEY-BERT	Physiologie.
CHEVALLIER	Pathologie médicale.
DOGNON.	Physique.
DONZELOT	Pathologie médicale.
ECALLE	Obstétrique.
FEY	Urologie.
GASTINEL	Bactériologie.
GATELLIER	Pathologie chirurgicale.
DE GAUDART D'ALLAINES	Pathologie chirurgicale.
GIROUD	Histologie.
HARVIER	Pathologie médicale.
HAZARD.	Pharmacologie.
HOVELACQUE	Anatomie.
HUGUENIN	Anatomie pathologique.
HUTINEL	Pathologie médicale.

MM.

JOANNON	Hygiène.
LABBÉ Henri	Chimie biologique.
LAROCHE Guy	Pathologie médicale.
LEVEUF	Pathologie chirurgicale.
LEVY-VALENSI	Neuro-psychiatrie.
LIAN	Pathologie médicale.
MONDOR	Pathologie chirurgicale.
MOREAU	Pathologie médicale.
MOULONGUET	Pathologie chirurgicale.
MOURE	Pathologie chirurgicale.
OBERLING	Anatomie pathologique.
OLIVIER	Anatomie.
PIEDELIEVRE	Médecine légale.
PORTES	Obstétrique.
QUENU	Pathologie chirurgicale.
RICHE	Physiologie.
SANNIE	Chimie biologique.
SEZARY	Dermatologie et syphiligraphie.
VALLERY-RADOT	(Pasteur) Pathologie médicale.
VAUDESCAL	Obstétrique.
VELTER	Ophthalmologie.
VERNE	Histologie.
VIGNES	Obstétrique.

III. — AGRÉGÉS APPELÉS A L'EXERCICE pour le service des examens

MM.

GUENIOT	Obstétrique.
LEQUEUX	Obstétrique
LEROUX	Anatomie pathologique.

MM.

NEVEU-LEMAIRE	Parasitologie
RETTERRER	Histologie
ZIMMERN	Physique

IV. — Agrégés chargés du cours de clinique annexe à titre permanent

MM

ABRAMI	Clinique médicale.
CHIRAY	Clinique médicale.
DEBRE	Clinique médicale.
DUVOIR	Clinique médicale.
BASSET	Clinique chirurgicale.
CHEVASSU	Clinique chirurgicale.
HEITZ-BOYER	Clinique chirurgicale.

MM.

MATHIEU	Clinique chirurgicale.
MOCQUOT	Clinique chirurgicale.
PROUST	Clinique chirurgicale.
SCHWARTZ	Clinique chirurgicale.
LE LORIER	Clinique obstétricale.
LEVY-SOLAL	Clinique obstétricale.
METZGER	Clinique obstétricale.

V. — CHARGES DE COURS

MM. MAUCLAIRE, professeur sans chaire ..	Chargé du cours de chirurgie orthopédique chez l'adulte pour les accidentés du travail, les mutilés de guerre et les infirmes adultes.
FREY	Stomatologie.
CHAILLEY-BERT	Education physique.
LEDOUX-LEBARD	Radiologie clinique.
WEIL-HALLS	Puériculture.

Par délibération en date du 9 décembre 1798, l'Ecole a arrêté que les opinions émises dans les dissertations qui lui seront présentées, doivent être considérées comme propres à leurs auteurs et qu'elle n'entend leur donner aucune approbation ni improbation.

A MONSIEUR LE PROFESSEUR TANON

*Qui nous a fait le grand honneur de pré-
sider cette thèse.*

A MONSIEUR LE PROFESSEUR BORDAS
du Collège de France

La pasteurisation consiste à porter le lait à une certaine température, pendant un temps déterminé, dans le but de détruire les bactéries pathogènes qu'il peut contenir.

La pasteurisation n'est pas une stérilisation du lait. Ce n'est pas non plus un procédé de conservation du lait, la stérilisation peut seule donner ce résultat puisque le lait pasteurisé contient encore des germes microbiens. La pasteurisation s'opère à l'air et à une température insuffisante pour détruire la totalité des micro-organismes du lait ; enfin le lait pasteurisé subit des transvasements avant sa livraison à la consommation. La température et la durée de la pasteurisation sont variables et en principe inverses l'une de l'autre. Plus on opère à température élevée moins le séjour du lait dans les appareils de chauffage doit être prolongé. Il résulte de ce simple fait qu'il y a deux sortes de pasteurisation.

1° La pasteurisation haute, qui consiste à faire passer le lait dans des récipients chauffés de telle façon qu'il s'élève rapidement à la température de 80° à 95° et que son écoulement soit réglé pour qu'il se maintienne de 2 à 3 minutes à cette température. Le lait est ensuite refroidi brusquement à une température de 6 à 8°.

2° La pasteurisation basse s'opère en deux temps (1).

(1) E. Vaillant. Pasteurisation à basse température (Lait 1924).

1^{er} temps. — Élévation rapide du lait à la température de 63 à 65° dans un pasteurisateur

2^e temps. — Séjour du lait chaud dans des chambreurs spéciaux où il est maintenu à 63-65° pendant 30 minutes. Le lait est ensuite refroidi brusquement.

Je signalerai simplement la méthode allemande dite de « biorisation » qui consiste à élever très rapidement le lait à une température de 75-78° ; cette rapidité d'élévation de température étant obtenue par la fine pulvérisation du lait dans le pasteuriseur.

Enfin le Dr. Stassano fait passer dans son appareil le lait à 75° en couche très mince durant quelques secondes seulement ; il obtient ainsi une pasteurisation suffisante.

Le but à atteindre par la pasteurisation consiste uniquement dans la destruction des micro-organismes nuisibles à la santé de l'homme, ainsi que de ceux qui altèrent le lait avec rapidité. La pasteurisation est surtout destinée à retarder l'altération du lait.

On sait que les spores sont très résistantes à la chaleur, aussi, n'y a-t-il pas lieu de s'étonner que la pasteurisation, qu'elle soit haute ou basse ne détruise pas ces spores. Dans un lait pasteurisé, la presque totalité des microbes est détruite mais les spores restent et se développeront dans un temps plus ou moins éloigné. Le lait pasteurisé voit sa conservation un peu éloignée, mais dès que les spores ont engendré de nombreux microbes il se corrompt.

Parmi les microbes nuisibles à l'homme, il faut citer : ceux de la tuberculose, de la fièvre typhoïde, de la dysenterie, de l'entérite bacillaire, de la fièvre aphteuse, qui sont les plus fréquents. Ces microbes

sont tous détruits par la pasteurisation basse ainsi que le montre le tableau ci-après.

Nature du microbe	Durée nécessaire à sa destruction	Température nécessaire à sa destruction
Tuberculose	15 à 20 minutes	60°
Ebert	quelques minutes	60°
Coli	quelques minutes	60°
Fièvre aphteuse	15 minutes	50°

Par contre les microbes sporulés ainsi que les spores de l'actynomyces bovis ne sont pas plus détruits par la pasteurisation haute que par la pasteurisation basse. Mais leur présence dans le lait est relativement rare dans nos pays.

Voici les principaux

Nature du microbe	Durée nécessaire à sa destruction	Température nécessaire à sa destruction
(Sporulé en milieu humide)		
Fièvre charbon- neuse	10-15 minutes	95°
Vibrion septique	20 minutes	85°
Tétanos	2 heures	90°
Actynomyées bovis	14 minutes	100°

Ce court exposé démontre nettement que la pasteurisation haute ou basse détruit une proportion importante de microbes pathogènes et en particulier ceux qui sont les plus fréquents dans le lait et aussi les plus redoutables. Enfin certaines variétés de ferments lactiques survivent dans le lait après la pasteurisation.

La stérilisation au contraire consiste à employer un chauffage prolongé et une température supérieure à 100°. Dans les autoclaves employés par l'industrie le lait est maintenu aux environs de 108-110° pendant une vingtaine de minutes.

Ainsi traité, il ne renferme plus de microbes vivants et sa durée de conservation est beaucoup plus longue que dans la pasteurisation. Nous ne pouvons pas dire que sa durée de conservation est indéfinie, car en dehors de l'action des bactéries d'autres facteurs interviennent pour exercer une influence sur certains éléments du lait, et principalement sur les matières grasses.

Le lait a bien un pouvoir bactéricide, mais des expériences répétées ont démontré que le lait cru n'est antibactérien que pendant quatre heures — au bout de ces quatre heures — c'est généralement la période de temps qui s'écoule entre la récolte du lait cru et sa consommation — le pouvoir bactéricide du lait a complètement disparu (Professeur Tanon).

*
* *

(1) Pour bien comprendre les diverses significations que l'on a successivement attribuées à la pasteurisation du lait, il faut se reporter à l'origine du mot. On a voulu appliquer au lait la technique que Pasteur avait préconisée pour le traitement des maladies du vin et de la bière. Aujourd'hui, l'opération est courante dans la grande industrie de la vinifica-

(1) Ch. Porcher. Réflexions sur la pasteurisation (Le lait, janvier 1933).

tion et de la brasserie, mais le vin et la bière sont chauffés à des températures inférieures à celles auxquelles on a recours pour le lait. La pasteurisation de ces deux liquides alcooliques a rapidement montré son efficacité ; elle n'a point donné lieu, pour eux, à ces discussions interminables que l'on a enregistrées dans l'industrie laitière, pour plusieurs raisons d'ailleurs.

1° La réaction du vin et de la bière — notamment celle du vin, — est nettement acide et les espèces microbiennes que l'on entend combattre sont particulièrement sensibles à l'action de la chaleur. L'acidité est un adjuvant puissant de cette dernière.

2° Vin et bière ne renferment pas de substances protéiques, ou du moins, s'il en est, c'est en quantité négligeable.

Dans le lait, nous avons au contraire, avec une grande quantité de matières protéiques, qui sont nécessairement à l'état colloïdal, une composition chimique extrêmement favorable au développement microbien. La réaction du lait, nettement moins acide que celle du vin, se rapproche de la neutralité, c'est-à-dire est telle qu'à côté des ferments acidogènes, qui trouveront dans le lait, grâce au sucre qu'il renferme : le lactose, un élément propre à leur métabolisme particulier, il y a d'autres ferments, des protéolytiques, voisins parfois des microbes de la putréfaction, qui, en l'absence des ferments acidifiants, évolueront rapidement de leur côté ; ce sont là des espèces éminemment indésirables.

Il ne faut point oublier, en effet, qu'il y a dans le lait, normalement, doit-on dire, du fait des circonstances courantes dans lesquelles la traite est effectuée, à côté de germes acidifiants, bons ferments

en général, des ferments protéolytiques, peptonisants, putréfactifs, s'attaquant de préférence à la matière azotée. Le plus régulièrement, ce sont les germes acidifiants qui « partent les premiers » ; ils sont, peut-on dire, des agents de police qui, par la réaction acide plus accentuée qu'ils donnent au lait, par leur développement propre, empêchent les ferments protéolytiques, peptonisants, de cultiver.

Vient-on à détruire complètement la flore acidifiante, on laisse le champ libre à la flore peptonisante du lait, et dans ces conditions, le lait, sans perdre son aspect liquide, s'altère profondément et va même jusqu'à se putréfier, au lieu de s'acidifier. La conservation de la liquidité nous donne ainsi une fausse sécurité. Ce regrettable inconvénient, si souvent constaté est surtout le fait de pasteurisations qui ont recours à un emploi brutal de la chaleur, à une température élevée, affectant sans grandes précautions le lait fortement agité comme cela se passe dans la pasteurisation haute. La flore putréfactive est une flore qui résiste bien à la chaleur, parce qu'elle est souvent sporogène. La flore acidifiante, au contraire, non sporogène, a une moindre résistance.

L'idéal d'un procédé de pasteurisation, sur la base de considérations, est d'assainir le lait sans détruire complètement sa flore lactique, se contentant de l'atténuer, de diminuer sa vitalité, et ainsi de laisser des ferments lactiques prêts à reprendre, avec l'aide du temps, leur fonction acidifiante. Il reste ainsi, des policiers de la flore peptonisante à l'état de veille. C'est un des mérites de la stassanisation, de ne pas tuer entièrement la flore lactique, mais simplement de l'atténuer considérablement. Dans la pratique, cette atténuation très accentuée, qui ne va pas jusqu'à la mort, du moins pour une partie des ger-

mes acidifiants, n'est nullement suivie d'un réveil par trop précoce. Elle laisse au lait son aspect liquide, tout en empêchant cependant le développement des germes peptonisants, lesquels d'ailleurs, dans la pasteurisation en couche très mince, sont aussi fortement touchés.

Ce n'est pas le point de vue hygiénique qui a poussé au développement de la pasteurisation, à ses débuts. La vérité nous impose le devoir de dire que les industriels n'en avaient cure. Ils trouvaient dans l'emploi de la chaleur un moyen facile de détruire la flore banale, la flore lactique acidifiante, dont le développement provoquait justement le caillage du lait, cause d'incidents répétés et étendus sur le lait destiné à être consommé en nature pendant la saison chaude.

On tuait la presque totalité de la flore lactique, quelquefois même toute cette flore, parce que, sans beaucoup de précautions, on chauffait très fort, à l'aide de moyens relativement simples, mais néanmoins critiquables par leur insuffisance. Heureusement que le lait, après le chauffage, — souvent pollué à nouveau, mais pas toujours, — se réensemait ainsi de ferments lactiques qui le protégeaient contre la flore putréfactive si la consommation venait à tarder.

C'est à la flore lactique, en effet, qu'on en voulait, parce qu'elle venait compromettre la qualité marchande de la matière première en y provoquant une fermentation acide avec formation de coagulum. Nous croyons pouvoir dire que c'est encore la préoccupation constante de l'industrie laitière, laquelle, ayant principalement en vue l'approvisionnement des villes en lait de consommation courante, veut sauvegarder la matière première en lui assurant son

aspect liquide ; mais cette préoccupation ne saurait être la seule. Il en existe bien d'autres et que nous sentons tout aussi impérieuses. Enfin, il y a les desideratas des industries du beurre et des fromages. L'une et l'autre désirent jeter sur les marchés des produits fabriqués de la meilleure qualité et de la plus grande conservation. Or, ici la qualité est directement impressionnée par la flore microbienne, si souvent indésirable, du lait, flore qu'on ne peut détruire que par l'emploi de la chaleur. Si pour l'assainissement de la crème, ce dernier peut être aussi énergique et brutal qu'il l'est dans la pasteurisation haute, il faut recourir à une modalité thermique aussi douce que possible, tout en étant efficace lorsqu'il s'agira de fromage. Ici il faut procéder avec mesure, ne toucher qu'au minimum à la structure, aux équilibres, à la « constitution du lait », afin de permettre à l'emprésurage de s'effectuer dans des conditions favorables.

L'hygiène de l'alimentation n'est pas uniquement préoccupée de l'intervention microbienne. Aujourd'hui, avec les connaissances que nous avons des facteurs biochimiques, les vitamines surtout, qui interviennent dans les phénomènes intimes de la nutrition, dans divers métabolismes que leur présence conditionne, l'hygiéniste doit se préoccuper de laisser dans l'aliment qui doit être soumis à l'action de la chaleur, et cela autant que faire se peut, ces principes biologiques indispensables au cours régulier de la nutrition.

PEUT-ON SE PROCURER UN LAIT CRU,
PROPRE ET SAIN ?
NÉCESSITÉ DE LA PASTEURISATION

Est-il possible à l'heure actuelle de se procurer facilement en France du lait cru, propre et sain. A cette importante question nous devons malheureusement répondre : non.

Dans un article publié en mars 1932 dans la *Pratique médicale Française*, M. Névot s'exprimait ainsi : « ...,Aussi, croyons-nous qu'il est bien difficile de livrer ceux-ci les (laites crus) avec des garanties supposant l'absence de bacilles tuberculeux, de colibacilles, de streptocoques, de bacilles abortus, etc. Comme d'autre part, leur composition chimique et biologique ne convient pas à la très grande majorité des nourrissons, nous restons partisan de l'approvisionnement de Paris en lait contrôlé, pasteurisé, de préférence à basse température ».

Une circulaire interministérielle du 15 novembre 1927 avait bien proposé aux préfets la prise d'un arrêté en faveur des producteurs de lait propre et sain. Cette mesure par laquelle le producteur aurait pu faire contrôler son lait cru semblait devoir développer la production de ce lait cru. Malheureusement les espoirs des hygiénistes ont été déçus. Rares en effet ont été les demandes de producteurs désirant faire un lait officiellement contrôlé, en application des règlements qui étaient pris à la suite de la

susdite circulaire interministérielle. Sans doute dit le Professeur Porcher, la question de prix a-t-elle été un obstacle au développement du lait officiellement contrôlé ; mais nous pensons vraiment que le principal obstacle s'est trouvé dans la méconnaissance par le producteur français des soins, de tout instant et des plus minutieux, qu'il faut pour produire un lait vraiment propre et sain.

Est-il donc vraiment difficile de produire un lait sain. Dans le numéro août-septembre du Lait (1930) le Dr. Georges Schreiber donne les conseils suivants aux producteurs de lait :

N'ayez pas de vaches, si vous n'êtes pas capables :

— D'avoir une étable d'une propreté exemplaire ; nettoyée matin et soir et lavée à grande eau.

— De changer la litière de vos bêtes tous les jours ;

— De bien alimenter vos vaches et de surveiller leur santé pour isoler et éliminer comme laitières celles qui sont malades ;

— De ne traire qu'avec des mains lavées soigneusement, et après avoir lavé les trayons ;

— De recueillir le lait dans des récipients préalablement lavés à l'eau bouillante (pots et couvercles), et strictement nettoyés ;

— De filtrer le lait aussitôt après la traite et de le refroidir ;

— De ne jamais garder le lait dans l'étable et de le mettre au frais.

Ne vendez pas du lait, si vous n'êtes pas capables :

— De conserver les récipients de lait à la glacière ou à défaut dans un endroit très frais ;

- De tenir les récipients à l'abri des mouches ;
- De ne jamais prélever du lait dans les récipients en y plongeant une mesure, car vous infectez le lait à coup sûr. Vous devez verser votre lait du récipient dans une mesure ou dans un pot, comme vous versez du vin dans un verre et ne jamais faire autrement.

Dans certains pays, comme la Hollande, des efforts méritoires pour la production du lait cru ont été couronnés de succès ; mais dans notre pays, il faut bien le dire, l'esprit de routine a beaucoup nui à la production d'un lait propre.

Il est donc impossible ou tout au moins fort difficile d'obtenir un lait cru qui puisse être consommé sans qu'il en résulte le moindre inconvénient, et il faut par suite, évidemment, se contenter de la matière première courante que la production laitière met à notre disposition, or, elle est toujours polluée, plus ou moins ; il faut donc en détruire les germes.

Le Professeur Porcher estime que l'on a exagéré considérablement, et sans donner la preuve sérieuse de ce que l'on avançait, en faisant intervenir les produits résultant des cadavres microbiens pour expliquer certains troubles alimentaires. La preuve est administrée par le large emploi que l'on fait de la pasteurisation dans le monde entier, par la valeur et l'innocuité de l'opération, ainsi que par les immenses services qu'elle rend à la santé publique.

LES DIFFÉRENTS TEMPS D'UNE BONNE PASTÉURISATION

La pasteurisation pour produire un bon lait doit être entourée de beaucoup de précautions que nous allons énumérer.

La première précaution est de choisir un lait qui présente le plus de garanties possibles. Cela ne peut s'obtenir que par une sélection du bétail, par sa bonne alimentation et enfin par une plus grande hygiène dans la traite, les opérations de transport et de ramassage.

La deuxième précaution est la filtration du lait.

Cette filtration est nécessaire car l'on s'adresse à des laits qui ont été souvent récoltés dans de mauvaises conditions hygiéniques et dont la propreté est souvent douteuse. La filtration s'opère soit avec des filtres centrifuges, soit avec des filtres sur toile de coton. Voyons les différents avantages et inconvénients de chacun de ces procédés.

Il faut d'ailleurs remarquer que le lait centrifugé renferme un plus grand nombre de colonies bactériennes que le lait brut ; mais il ne faudrait pas croire que ce résultat est dû à une pollution du lait. La cause est tout simplement que la centrifugation détruit les amas de colonies bactériennes en augmentant leur nombre, mais en diminuant le nombre des microbes de chaque colonie.

Pour le lait filtré les résultats sont très irréguliers et en particulier à 60° F., il y a une diminution

du nombre de colonies bactériennes qui est probablement due à un arrêt partiel de ces colonies sur la toile filtrante. A cette température en effet, le lait retient une plus grande proportion de matières grasses et il est possible que ces matières grasses retiennent à leur tour les organismes contenus dans le lait.

En ce qui concerne la qualité de conservation du lait, qualité que l'on peut apprécier par la mesure de réduction du bleu de méthylène, on constate que la centrifugation diminue les qualités de conservation du lait, plus que ne le fait la filtration.

Le centrifuge est plus efficace pour l'élimination des sédiments que le filtre ; toutefois les deux appareils permettent d'éliminer la totalité des éléments visibles.

Le volume de crème se séparant du lait épuré est plus faible dans le cas du lait centrifugé que dans le cas du lait filtré.

Le centrifuge retient plus de matières étrangères que ne le fait le filtre. Ces matières étrangères sont formées d'environ 60 % de protéines, 8 % matières grasses et 10 % de cendres dans le cas du centrifuge et 8 % de protéines et de 50 % de matières grasses dans le cas du filtre.

La valeur nutritive du lait n'est pas modifiée par l'épuration (1).

Mais il y a un très gros argument en faveur de la filtration sur toile de coton ; c'est celui qui est relatif à la mousse. La filtration par centrifugation amène une production considérable de mousse ; le lait est fortement battu ; il perd ses gaz naturels,

(1) G. Génin. *Le Lait*, 1932.

constitués en majeure partie de CO_2 , pour s'enrichir en air. L'oxygène se substitue en forte proportion à l'anhydride carbonique. Aussi, ne devons-nous pas être surpris de voir la filtration sur toile de coton reprendre la place qu'elle avait plus ou moins perdue. Cette filtration se fait sans battage du lait. Le filtre centrifuge retient un peu plus de matières étrangères que le fait le filtre sur toile, mais, au total, la différence ne doit pas empêcher le choix de celle-ci dans la pasteurisation. Le filtre sur toile est d'un nettoyage plus facile et d'un débit plus rapide que le filtre centrifuge. C'est lui auquel ont recours maintenant les grandes laiteries qui ont la charge de pasteuriser les laits par les procédés les plus modernes.

Il est aussi à remarquer que la production de la mousse n'est pas seulement nuisible au point de vue du départ de l'anhydride carbonique. Cette mousse qui peut aussi résulter du processus même du chauffage sert de bouclier aux éléments microbiens et les protège, dans une certaine mesure contre l'action de la chaleur.

Le Professeur Porcher signale encore les réensemencements, qui sont courants avec certaines modalités de la pasteurisation et au cours des opérations qui suivent le chauffage bactéricide, et qui méritent de retenir vivement l'attention (2).

M. Ayers a bien soin de nous dire que « la protection contre la réinfection est d'une importance au moins égale à la valeur du chauffage, au point de vue de l'efficacité de la pasteurisation ». Le chauffage serait-il efficacement réalisé, qu'un réensemencement

(2) *Le Lait*, 1933. Janvier-Février.

ultérieur, toujours possible avec certains modes de traitement du lait, peut en annihiler les bons résultats.

Les causes de réensemencements sont multiples ; elles sont le fait soit de l'industriel, soit du marchand, soit du consommateur. Les fautes de l'industriel se trouvent dans les mauvaises conditions du travail et dans l'insuffisante propreté du matériel, notamment des pots.

Les mauvaises conditions du travail sont fréquentes dans les centres de ramassage de France et de l'Etranger, nous dit le Professeur Porcher. On travaille en plein air. Le pasteurisateur, les bacs, les réfrigérants, sont ouverts à tous vents, dans une atmosphère qu'on peut vraiment dire lactique, parce qu'elle est infectée de ferments lactiques et d'autres germes également. Les appareils sont les uns sur les autres ; près d'eux, on lave les pots ; la vapeur gicle partout ; des condensations fatales s'en suivent qui sont toujours dangereuses, et nous ne parlons pas des poussières qui voltigent abondamment à la moindre brise. Le lait doit circuler à l'abri de l'air, à partir du moment où il a quitté le bac de réception et le travail de la pasteurisation doit se faire dans une enceinte close.

Le Professeur Porcher insiste encore sur la propreté du matériel. Pour lui c'est peut être la cause principale du réensemencement du lait. Le bon lavage de la poterie est un des facteurs de réussite les plus importants des opérations de la laiterie, et nous dirons même de la pasteurisation en général, qu'il s'agisse de pasteurisation haute, de pasteurisation basse ou de stassanisation. Il nous a été donné, écrit-il, de visiter certaine usine de stassanisation dont le lait, excellent, sans le moindre colibacille à sa sortie

du stassaniseur, était recueilli dans des bidons insuffisamment aseptisés. Il y avait-là une erreur que l'industriel comprenait tout le premier et qu'il entendait corriger, dès qu'il en aurait les moyens financiers, par la mise en bouteilles de son lait à la sortie des appareils.

Les fautes du débitant de lait résident dans ce que celui-ci livre une marchandise le plus souvent exposée à l'air, versée dans des jattes parfois mal lavées, entourées de fruits, de légumes, de fromages, les mouches se promènent à leur aise sur tous ces produits. Ces simples remarques nous portent à penser que la pollution du lait dans de telles conditions ne saurait avoir lieu si la vente du lait se faisait en bouteilles.

Les fautes du consommateur ne sont pas moindres. Celui-ci ignore comment on doit traiter le lait ; on ne lui a pas dit ou, du moins, on le lui a dit si mal, qu'il n'en a rien retenu, et ce sont ses gestes maladroits, — pour ne pas dire malpropres, — qui compromettent l'excellente qualité du lait qu'il peut recevoir.

Sans vouloir entrer dans les détails techniques de la pasteurisation nous ferons néanmoins une remarque à propos de la pasteurisation haute. Si en théorie la pasteurisation haute semble d'une réalisation facile, en pratique il n'en est pas tout à fait de même. Dans « le Lait » 1922, M. L. Panchaud écrivait : Il peut sembler que la pasteurisation haute ne présente aucune difficulté au point de vue pratique. Cependant, tous les techniciens sont d'accord sur ce point : il est très difficile, sinon impossible de régler automatiquement l'admission de la vapeur de chauffe, de manière que la température du lait se maintienne à 85-90°. Il serait nécessaire dans chaque en-

treprise de pasteurisation d'avoir un ouvrier, l'œil sera le thermomètre, et la main sur la manette d'admission de vapeur. Pratiquement, on se contente d'examiner le thermomètre pour les $1/4$ d'heure et de régler l'admission de vapeur. Mais on ne peut garantir alors que la température n'est point tombée au-dessous de 80° et dans ce cas le succès de l'opération est compromis.

Tout récemment encore le Professeur Porcher écrivait : Nous en appelons à tous ceux qui ont manié cet appareil, (le pasteurisateur danois) pour leur demander si vraiment ils pourraient nous assurer de tels chiffres ($80-85^{\circ}$). Sans doute le thermomètre placé sur l'orifice de sortie du lait chaud du pasteurisateur nous indique la température ; mais pour savoir avec précision si le temps du passage du lait dans les appareils est de 1 à 2 minutes, nous ne pouvons obtenir sur ce point aucune réponse ferme, aucune certitude.

Ceux qui ont tenu à regarder très attentivement comment fonctionne le pasteurisateur danois, nous diront qu'il s'agit en réalité d'une sorte de marmite entourée d'une enceinte de vapeur vive dans laquelle les variations de température sont trop souvent plus grandes qu'il ne le faudrait ; le lait de cette marmite est soumis à l'action centrifuge de la palette mobile, ce qui contribue à donner à la masse liquide une forme parabolique ; mais quant à parler de couche mince et même relativement mince, il y a loin. Cette couche est même fortement épaisse dans le fond de l'appareil, par où se fait l'entrée du lait.

Le battage du lait par la rapide rotation du cadre mobile, se fait à une température élevée, ce qui est éminemment favorable à la formation de la mousse.

Nous dirons aussi qu'il n'y a pas de répartition régulière de la température dans la masse du lait. Nous notions tout à l'heure, et ceci importe dans l'étude historique de la pasteurisation haute, des sautes de température assez marquées, tenant à l'emploi toujours difficile de la vapeur vive comme agent calorifique toutes les fois qu'on veut réaliser la constance d'une température. Aussi est-il nécessaire d'exercer une surveillance constante sur le pasteurisateur, son alimentation, la sortie du lait, si l'on veut que le travail soit correctement effectué.

Pensons également que le chauffage du lait se fait par un seul côté et que la paroi chauffante appartient à une caisse dans laquelle circule la vapeur vive, caisse où s'effectue une importante condensation, ce qui est une cause de l'irrégularité du chauffage.

Ces deux auteurs nous montrent donc les difficultés pratiques de la pasteurisation haute, nous verrons plus loin qu'il peut en résulter d'assez graves conséquences.

L'APPROVISIONNEMENT DES VILLES EN LAIT

Avant d'étudier les résultats de la pasteurisation, nous allons examiner comment se fita l'approvisionnement en lait dans les grandes villes : comme exemple nous prendrons Paris (1).

Paris est approvisionné en lait chauffé, c'est-à-dire pasteurisé et en lait cru. Environ 1.000.000 de litres de lait pasteurisé et environ 60.000 litres par jour de lait cru. Nous ne ferons que mentionner les laits secs et les laits concentrés et nous ne nous occuperons que du lait soit cru, soit pasteurisé que l'on peut trouver dans les différentes maisons de vente.

Le lait chauffé est fourni par les sociétés laitières, le lait cru est livré par des producteurs de banlieue appelés « nourrisseurs ».

Le lait est pris dans les fermes par l'intermédiaire du dépôt laitier. Ce dépôt fait subir une préparation au lait pour lui permettre de se conserver pendant un certain temps et aussi pour en détruire la flore microbienne,

A la ferme, les animaux sont généralement traités matin et soir, le lait est mélangé la plupart du temps, puis placé dans ces bidons métalliques que nous voyons si souvent au bord des routes. Parfois, avant d'être remplis de lait, ils sont lavés, mais non toujours.

Ces bidons sont amenés au dépôt laitier. Ici le lait est filtré ou centrifugé pour le débarrasser de

(1) Docteur A. Navot, *Pratique médicale française*, N° 5, 1932.

ses nombreuses impuretés. Puis le lait est envoyé au pasteurisateur.

Le lait, à sa sortie du pasteurisateur, passe sur un réfrigérant à eau froide, et est ensuite mis en bidons qui sont placés dans de grands réservoirs d'eau à 11°. Le lait est ensuite transporté à Paris dans la nuit et au matin peut être livré aux consommateurs.

Ce lait est donc le résultat de la traite de la veille (matin) et de l'avant veille (soir). Il est donc constitué par un mélange de lait de 24 et de 36 heures.

Pour le lait cru, les conditions d'apport à la clientèle sont plus simples. Le nourrisseur va le ramasser dans les fermes et le livre ensuite, directement, sans préparation, au consommateur.

Ces deux variétés de lait sont sales : ils contiennent les impuretés les plus diverses — on y a trouvé un alevin de truite. — On peut s'en rendre compte en centrifugeant le lait. Des statistiques officielles donnent une proportion d'environ 10 % de laits malpropres.

Ces laits sont microbiens. Ils contiennent des microbes pathogènes divers. On y a trouvé : le bacille de Koch, des streptocoques virulents, le micrococcus melitensis, et les bacilles typhiques et paralytiques. Ils contiennent enfin du colibacille, ce qui, pour les hygiénistes, est un indice manifeste de souillure. Ces laits contiennent enfin une flore banale que nous étudierons au chapitre de la conservation du lait pasteurisé.

Ces laits sont toxiques du fait des sécrétions et des fermentations microbiennes et aussi parfois par suite d'une alimentation défectueuse du bétail.

Ces laits sont donc sales, microbiens, toxiques.

Nous avons montré plus haut quelles en sont les raisons.

Pour remédier à ces inconvénients, qu'ont fait les pouvoirs publics ? :

D'après l'art. 2 du décret du 25 mars 1924 :

« Le lait provenant d'animaux atteints de maladies dont la nomenclature sera donnée par arrêté du ministre de l'agriculture, pris sur avis du Comité Consultatif des épizooties,

« Le lait provenant d'une traite opérée moins de sept jours après la part, et d'une manière générale, le lait contenant du colostrum,

« Le lait provenant d'animaux mal nourris et manifestement surmenés,

« Ne peut être considéré comme propre à la consommation humaine. »

Art. 3. — De même, est considéré comme une infraction à la loi du 1^{er} août 1905 (art. 1^{er}), le fait de détenir, sans motifs légitimes, d'exposer, de mettre en vente ou de vendre :

Sous la dénomination « lait pasteurisé », du lait qui n'a pas été débarrassé de tous microbes pathogènes par un procédé ayant reçu l'approbation du Conseil supérieur d'Hygiène publique de France. — Malheureusement, dit le Dr Nevot, cette réglementation sommaire est restée en projet : la nomenclature annoncée au début de l'art. 2 n'a pas encore vu le jour et il n'y a aucun texte légal pouvant imposer aux producteurs de lait l'inspection des étables, la visite des femelles laitières. Vers 1926, les ministres de l'Agriculture et de l'Hygiène interrogés sur les possibilités d'une réglementation obligatoire, à ce sujet, ont fait connaître ce qui suit.

« L'administration ne méconnaît pas l'intérêt de cette question, mais elle se demande si, étant donnée la jurisprudence du Conseil d'Etat, un tel arrêté ne pourrait pas être entaché d'excès de pouvoir. Il supprimerait en effet la liberté du commerce en ce qui concerne le lait, et en l'absence d'une loi spéciale, elle ne croit pas que les préfets et maires puissent trouver dans leurs pouvoirs généraux de police (art. 91, 97, 99 de la loi du 5 avril 1884) la faculté d'empêcher la libre vente d'un lait naturel ou dont l'insalubrité ne serait pas démontrée. »

Nous avons vu que l'inspection facultative, créée par la circulaire interministérielle du 15 novembre 1927, n'a pas donné les résultats espérés. Paris ne reçoit du lait que de cinq à six fournisseurs volontairement surveillés ; leur production journalière atteint seulement quelques milliers de litres. C'est insignifiant. La raison en est la suivante : la production de ce lait est onéreuse, or, la clientèle qui peut payer le lait cher est assez rare. En outre, en surveillant un tel lait au laboratoire, on constate sa souillure fréquente en colibacille et, par suite, on ne peut les recommander tels quels sans hésitation, surtout pour les nourrissons.

Nous avons vu l'impossibilité pour les pouvoirs publics d'imposer un contrôle obligatoire. Par contre, le Dr. Névoz pense que le contrôle facultatif pourrait être accepté par les sociétés laitières, moyennant avantages pour elles. Ces sociétés laitières sont peu nombreuses, il y en a trois ou quatre principales qui se partagent l'approvisionnement de Paris. Après entente avec elles, en leur concédant des avantages matériels, il semble qu'il serait possible d'or-

ganiser un contrôle hygiénique du lait, sinon parfait, du moins satisfaisant. Voici la proposition du Dr. Névoz.

Les bases d'entente avec les sociétés laitières seraient celles-ci :

1° Autorisation pour les dépôts contrôlés de vendre leur lait plus cher que le lait courant, avec la mention « lait provenant d'un dépôt officiellement contrôlé ». La majoration des prix consentie serait faible, de l'ordre de quelques centimes par litre.

2° Acceptation par les sociétés d'un contrôle administratif imposant, notamment : une pasteurisation réelle, efficace, à basse température de préférence, une stérilisation des bidons, une meilleure hygiène du personnel.

Dans sa séance du 5 juillet 1929, le Conseil d'Hygiène de la Seine a d'ailleurs mis au point un « Projet d'ordonnance sur le commerce du lait et sur le contrôle hygiénique facultatif de la production du lait ». Dans ce projet présenté par M. Roux, toutes les questions ayant trait à l'hygiène du lait sont solutionnées :

Le transport du lait serait effectué dans des voitures propres, dans ces voitures, il ne pourrait être transporté que des laits « marchands » et aucun autre produit.

Le lait serait transporté en récipients clos, avec un cachet garantissant l'intégrité de la fermeture et l'origine.

Les locaux de vente seraient aérés constamment et nettoyés chaque jour avec soin. Ils n'auraient aucune communication avec soit une étable, soit avec des cabinets d'aisances.

Les instruments et ustensiles nécessaires à la manipulation du lait seraient entretenus constamment en bon état de propreté.

Le lait destiné à la vente serait maintenu réfrigéré à basse température de façon à arrêter toute pullulation microbienne.

Les récipients devraient être fabriqués avec des matériaux imperméables et imputrescibles. Les angles intérieurs en seraient arrondis.

Les récipients, après usage, seraient soigneusement lavés à l'aide d'une solution bouillante détersive.

Le personnel chargé de la manipulation et de la vente du lait devrait observer les règles d'une rigoureuse propreté.

Le Projet d'Ordonnance établit également les conditions nécessaires pour obtenir le « contrôle officiel » des services sanitaires de la Préfecture de Police.

L'autorisation d'user de la mention « Lait provenant d'une étable placée sous le contrôle officiel » serait subordonnée à l'exécution des conditions ci-après :

1° Les vaches seraient identifiées et inscrites sur un registre sous un numéro d'ordre ;

2° Les vaches devraient être en excellent état de santé, et leur alimentation agréée par le service vétérinaire sanitaire ;

3° Il ne devrait exister dans la vacherie aucun animal tuberculeux. Epreuve à la tuberculine au moins deux fois par an.

4° Tout animal nouveau serait isolé et examiné avant d'être admis dans l'étable commune ;

5° Le service vétérinaire serait avisé de toute arrivée d'animal nouveau et de tout cas de maladie ;

6° Au moins tous les mois le vétérinaire sanitaire procéderait à l'examen clinique de tous les animaux ;

7° Le producteur ne devrait employer aucune personne susceptible de propager une maladie transmissible ;

8° Les médecins du Service d'Hygiène procéderaient à l'examen médical de ces employés ;

9° Le producteur de lait devrait prendre toutes les dispositions utiles pour que le lait, trait proprement, soit aussitôt réfrigéré et maintenu à basse température jusqu'à sa distribution.

Enfin, ces laits seraient soumis à un examen chimique et bactériologique effectué par le service vétérinaire.

Il y aurait évidemment des sanctions pour les commerçants et les producteurs qui mettraient en vente sous la susdite mention un lait qui n'y ait pas droit, et l'autorisation d'indiquer « lait officiellement contrôlé » pourrait être retirée si tous les engagements n'étaient pas tenus.

*
* *

Nous avons vu tout à l'heure que le Ministre de l'Agriculture avait demandé au Comité consultatif des Epizooties d'établir une liste des maladies du bétail qui rendaient le lait impropre à la consommation humaine.

Le Comité consultatif a donné son avis et a formulé une liste très complète. Malheureusement, si les pouvoirs publics avaient adopté la solution du

Comité consultatif, beaucoup de laits, dont la nocivité n'est pas prouvée d'une façon indiscutable, ou qui ne sont nocifs que par intermittence, auraient été exclus de la consommation. Aussi, le Conseil supérieur d'Hygiène publique de France a-t-il admis une solution différente : Rapport du Professeur Pannisset.

« Dans les cas de mélitococcie, fièvre charbonneuse, charbon symptomatique, gangrènes gazeuses, peste bovine, péripneumonie, rage, fièvre, cachexie, trouble manifeste de la sécrétion lactée, mammites, intoxications maladie des pulpes, maladie des drèches, abcès et furoncles de la mamelle ou des trayons, le lait ne peut être livré à la consommation sous aucun prétexte et dans aucune condition. »

« Dans les cas de tuberculose, de vaccine, de fièvre aphteuse, de métrite, d'entérite, le lait, s'il est d'apparence normale peut être livré à la consommation après pasteurisation ou stérilisation, suivant les procédés et sous les réserves prévues par les deux derniers paragraphes de l'article 3 du décret du 25 mars 1924. »

Toutefois, le Conseil Supérieur d'Hygiène publique s'est refusé à souscrire à toute disposition qui permettrait d'introduire, pour la consommation des enfants et des malades, même après pasteurisation, tout lait provenant d'animaux atteints de maladies quelles qu'elles soient.

Pour rendre cette disposition applicable, le Conseil Supérieur d'Hygiène publique ajoute « qu'il est indispensable que, par des signes extérieurs manifestes, le lait provenant de vaches absolument saines et manipulé dans des conditions satisfaisantes, soit

facile à distinguer du lait pasteurisé ou stérilisé dont la vente est autorisée aux conditions prévues par le Comité des Epizooties et le Conseil Supérieur d'Hygiène publique.

Sous ces réserves, le Conseil Supérieur d'Hygiène publique a cherché à déterminer les procédés de pasteurisation, qu'il y a lieu de considérer comme efficaces, comme il lui était demandé par l'art. 3 du décret du 25 mars 1924.

Parmi les procédés de pasteurisation utilisés, dit le rapporteur M. Panisset, on est d'accord pour reconnaître les avantages de la pasteurisation basse. Mais la température et le temps indiqué doivent être rigoureusement respectés pour que le procédé conserve son efficacité.

D'après le Professeur Panisset, la pasteurisation basse exige, pour être efficace, un contrôle permanent de l'installation et du fonctionnement, cela d'autant plus qu'on ne possède pas encore actuellement de procédé qui puisse permettre de reconnaître si un lait a subi ou non la pasteurisation basse. Par suite, la répression des fraudes serait impossible.

C'est pour répondre à cette nécessité que le Professeur Panisset a demandé de ne considérer actuellement comme procédé efficace de pasteurisation que la pasteurisation haute. C'est, d'après lui, le procédé le plus souvent en usage en France ; son efficacité n'est pas discutée et les transformations qu'il provoque dans le lait peuvent être décelées par des réactions simples dont les résultats sont certains.

Le Professeur Panisset termine en donnant la définition suivante du lait pasteurisé :

Le lait pasteurisé s'entend d'un lait frais, recueilli proprement, épuré mécaniquement, qui a été maintenu 2 à 3 minutes à une température pouvant

varier de 80 à 95°, dans un appareil assurant le brassage uniforme pendant le chauffage et la séparation rigoureuse du lait après pasteurisation ; après chauffage, le lait pasteurisé doit être refroidi dans un milieu soustrait au contact de l'air. La pasteurisation doit être faite dans des appareils approuvés, dans des établissements autorisés et surveillés. La pasteurisation devra être régulièrement contrôlée.

L'appellation de lait pasteurisé pourra être étendue à tout lait débarrassé des microbes pathogènes par tout procédé approuvé par le Conseil supérieur d'Hygiène publique, à la condition qu'il soit possible de s'assurer par un procédé pratique de contrôle, que le lait a bien été pasteurisé et que l'efficacité du procédé soit vérifiée par le laboratoire du Conseil Supérieur d'Hygiène publique.

Mais la solution proposée par le professeur Pannisset n'a pas été admise, les industriels ne peuvent s'y soumettre et jusqu'à ce jour aucune définition du « lait pasteurisé » n'a pu permettre l'application de l'article 3 du décret du 25 mars 1924 qui demandait que les procédés employés pour la pasteurisation aient reçu l'approbation du Conseil Supérieur d'Hygiène publique de France.

RÉSULTATS OBTENUS PAR LA PASTEURISATION

Nous avons vu que le lait, au cours des différentes manipulations qu'il doit subir, depuis la traite, jusqu'au moment où il sera consommé, était exposé à de nombreuses contaminations.

Ce lait, non seulement contient des microbes pathogènes, mais encore ne saurait se conserver longtemps. Or, pour l'alimentation des grandes villes, le lait, provenant de régions souvent éloignées, doit pouvoir se conserver pendant une assez longue période. Il s'en suit qu'il doit être traité par la pasteurisation.

Il nous reste maintenant à examiner quels sont les résultats obtenus par les différentes méthodes et au cours de cette étude nous serons naturellement amenés à critiquer chaque procédé pour en montrer successivement les avantages et les inconvénients.

Nous n'aurons pas seulement à examiner l'action de la pasteurisation sur la flore microbienne du lait et sur sa conservation. La température à laquelle le lait est porté dans les différents modes de pasteurisation a également une influence sur les propriétés physico-chimiques et biologiques du lait, sur le goût, les vitamines, la digestibilité. La question des vitamines nous retiendra plus longtemps et nous consacrerons un dernier chapitre au goût et à la digestibilité du lait pasteurisé.

ACTION DE LA PASTEURISATION SUR LA FLORE MICROBIENNE PATHOGÈNE

Nous allons d'abord examiner l'action de la pasteurisation sur la flore pathogène du lait. Pour cela nous citerons en premier lieu les recherches de Seelemann qui ont porté sur la pasteurisation basse, la pasteurisation haute et la méthode dite de la couche mince (1).

Notons d'abord que le virus aphteux, dans les conditions normales, est détruit par un chauffage de 5 à 10 minutes à 60°. Mais les opinions diffèrent singulièrement en ce qui concerne le bacille tuberculeux. Les premiers travaux effectués en Suède par Barthel et Stenström indiquent un chauffage de 20 minutes à la température de 60 à 65°. Machens Proschöldt, Rautmann et Seelemann pensent, eux aussi, qu'une pasteurisation de 30 minutes à 63° suffit pour détruire le bacille de Koch, tandis que Scharr et Lentz soutiennent que cette méthode est insuffisante.

I. — PASTEURISATION BASSE

A. Bacille tuberculeux. — Seelemann n'a utilisé que des cobayes comme matériel d'expérience. Les animaux témoins, inoculés au moyen d'un lait de

(1) J. Verge. *Le Lait*, 1933.

mélange (lait ordinaire de vaches saines et lait de vaches atteintes de mammite tuberculeuse) moururent tous de tuberculose généralisée. Les cobayes inoculés avec le lait pasteurisé 30 minutes à 63° restèrent indemnes.

La pasteurisation basse donne donc une sûreté suffisante lorsque le procédé est bien appliqué. Le législateur peut ainsi considérer comme bonne la température de 63°. De faibles oscillations thermiques 1 à 2° sont sans importance et sont d'ailleurs difficiles à éviter dans la pratique. Il est à noter d'ailleurs, que le lait arrive déjà à 63° dans la chambre de pasteurisation, de sorte qu'en réalité, chaque partie du lait est chauffée plus de 30 minutes, peut-être 45 minutes. La formation de mousse est évitée par une agitation spéciale.

B. Bacilles typhiques et paratyphiques : Streptocoques de la mammite. — Les recherches de Seelmann sur la conservation de la virulence du T.A.B. et du streptocoque de la mammite n'ont été pratiquées qu'au laboratoire par chauffage en ampoules d'un lait contaminé.

Sur 23 souches de bacille typhiques, deux ne furent pas tuées ; sur 12 souches de paratyphiques, une était encore vivante après chauffage de 30 minutes à 63°.

Ceci ne doit pas diminuer la valeur de la méthode en ce qui concerne le lait destiné à la consommation humaine. Dans la pratique, en effet, le lait n'est guère contaminé que par des porteurs de germes et les bacilles n'existent qu'en faible quantité dans le lait.

Les constatations sur la résistance des streptocoques à la chaleur sont identiques. Toutes propor-

tions gardées, les streptocoques résistent mieux à cause de leur enveloppe muqueuse et de leur enrobage dans les amas leucocytaires. Les germes ne sont pas détruits pendant 10 à 20 minutes à 63° ; après 30 minutes, certains peuvent encore être cultivés, bien qu'en faible quantité.

Dans la pratique, une partie des streptocoques résiste donc à la chaleur continue.

II. — PASTEURISATION HAUTE

Richter et Seelemann montrent que le chauffage à 85-90° du bacille de Koch, du T.A.B., du streptocoque mammaire, dans deux appareils différents, ne détruit pas leur vitalité. Le lait reste trop peu de temps dans le pasteurisateur et le lait de début n'est pas chauffé à une température suffisante. D'autre part, il y a lieu de compter avec les écarts de pression.

Seelemann conclut donc que la pasteurisation basse est plus favorable à la destruction des germes que la pasteurisation haute, puisque dans cette dernière méthode, une partie des streptocoques, des typhiques et des paratyphiques restent vivants et que les cobayes, inoculés avec un lait chauffé renfermant des bacilles de Koch, deviennent tuberculeux.

Les examens chimiques ne donnent aucun contrôle et aucun renseignement sur la destruction par le chauffage des microbes pathogènes.

Pourtant les expériences entreprises en Belgique par le baron Peers avaient été très favorables à

la pasteurisation haute et avaient montré la destruction complète du bacille de Koch. Voici encore, dans le même sens, le rapport du jury chargé d'examiner les appareils de pasteurisation ayant participé au concours organisé à l'occasion de l'Exposition internationale de Laiterie (Bruxelles 1904). Les conclusions de ce rapport sont les suivantes : « en présence des résultats si heureux du concours, le jury a estimé qu'il y avait lieu de recommander la température (haute) au nom de l'hygiène publique et d'en poursuivre l'application par tous les moyens ».

Les membres du jury étaient MM. Gédœlst, président, professeur Bordas, Wijsman, Heuseval, Marcas, Wencq.

Nous devons donc en conclure que les expériences de Seelemann avaient été faites avec des appareils imparfaits, malheureusement, pour certains auteurs, les appareils parfaits seraient rares.

III. — PASTEURISATION AVEC L'APPAREIL DE TÖDT

Ici, le lait est chauffé en couche mince. Ce n'est cependant pas la couche mince de l'appareil de Stassano, puisqu'au lieu d'avoir 1 millim. d'épaisseur, comme dans celui-ci, elle a de 6 à 8 millimètres. Le bacille de Koch est détruit à 75-85° ; dans la pratique, il est préférable de chauffer à 85°. Dans deux essais différents les streptocoques sont détruits.

Enfin, des expériences faites par A.P. Hansen avec un appareil construit selon les principes du Dr. Stassano, ont montré que le traitement par la chaleur a tué tous les bacilles coli, les bacilles abortifs

de Bang et les bacilles de la tuberculose dont la présence a été constatée (1).

D'ailleurs, en ce qui concerne la pasteurisation basse, un auteur anglais L.J. Heanwell (2) conclut dans le même sens.

Il reprend la question des laits de vaches tuberculeuses reconnus infectés, et emploie un appareil spécial permettant l'agitation du lait dans la marmite et de l'eau du bain-marie, de manière à avoir des températures égales dans la masse entière.

Quatre séries d'expériences ont été minutieusement contrôlées.

Première série : 39 expériences. Lait porté à 62°8 pendant 30 minutes, 156 cobayes inoculés. 1 mort le 110^e jour (l'auteur croit à une « infection latente »).

Deuxième série : 25 expériences. Lait porté à 60° pendant 30 minutes. 100 cobayes inoculés : aucun animal infecté.

Troisième série : 17 expériences. Lait porté à 60° pendant 20 minutes. 66 cobayes inoculés : 1 rendu tuberculeux.

Quatrième série : 3 expériences. Lait porté à 59°3 pendant 20 minutes. 18 cobayes inoculés : 12 devenus tuberculeux.

Nous voyons donc qu'une température de 60° pendant 30 minutes suffit à détruire tous les bacilles de Koch. Or, dans l'industrie, la température est en

(1) Congrès international de laiterie, 1931, 3^e section.

(2) An investigation into the effect of pasteurisation on the bovine Tubercle bacillus in naturally infected tuberculous milk.

général maintenue à 63° ; comme d'autre part il est facile dans la pasteurisation basse d'éviter les grandes variations de température du lait que nous avons signalées à propos de la pasteurisation haute, la température de 63° donne les garanties suffisantes à l'égard du bacille de Koch.

Avec la pasteurisation haute, nous venons de le voir, on n'arrive pas dans tous les cas à un assainissement du lait tel qu'on pourrait l'attendre d'une action aussi sévère, apparemment, de la chaleur. Le Professeur Porcher affirme que c'est parce qu'il se forme beaucoup de mousse, et qu'on ne peut pas dire que toutes les particules de la masse du lait soient chauffées dans les mêmes conditions.

Si les travaux relatifs à l'action de la chaleur sur la flore pathogène du lait, notamment sur le bacille tuberculeux, présentent des contradictions, c'est sans doute parce que, le plus souvent, ils ont été effectués sur des laits ayant subi la pasteurisation haute. La mousse s'est montrée comme le réceptacle par excellence des bactéries pathogènes les plus résistantes. Enfin, pour ceux qui connaissent le travail de la pasteurisation haute, nous savons que les pollutions après l'action de la chaleur sont facilement possibles.

Il n'est point de lait travaillé par la pasteurisation haute qui ne renferme de colibacilles, souvent en proportions assez considérables. Ces colibacilles proviennent (1) :

a) De particules de lait qui ont été mal chauffées, en raison des irrégularités du courant liquide

(1) Professeur Porcher, Lait, 1933.

dans l'appareil, ou qui ont été protégées par la mousse, laquelle se refroidit plus rapidement que la masse même du lait traité ;

b) des contaminations ou réensemencements par les canalisations, le réfrigérant et la poterie mal lavée, etc...

L'industrie laitière, qui se charge d'approvisionner les grandes villes en lait, s'était depuis longtemps rendu compte de l'insuffisance de la pasteurisation haute limitée au seul emploi du pasteurisateur danois. Avant de faire passer le lait sur le réfrigérant, elle prenait soin de le rassembler à la sortie du pasteurisateur dans un bac appelé bac d'attente ou bac intermédiaire, dans lequel l'ensemble du lait uniformisait sa température. En d'autres termes, l'action bactéricide qui s'était manifestée dans le pasteurisateur danois par une destruction rapide de la plus grande partie de la flore microbienne, se complétait dans le bac d'attente où le lait restait plusieurs minutes. Par le recours de ce « bac d'attente », nous voyons que la pasteurisation haute tend à se rapprocher de la pasteurisation basse ; nous lui ferons cependant le reproche d'y apporter moins de méthode que cette dernière.

Par contre, le Stassaniseur semble bien, à ce point de vue, l'appareil le plus parfait et ceci n'est pas pour nous étonner. L'origine de cette méthode doit, en effet, être trouvée dans les recherches que son auteur a faites, il y a longtemps, en vue d'obtenir des vaccins par chauffage des cultures. Le problème était de tuer le microbe sans porter une atteinte sensible aux principes vaccinants qu'il avait déversés dans le milieu. En un mot, il s'agissait de faire

jouer à la chaleur une action bactéricide complète, sans la faire toucher aux principes bio-chimiques particulièrement délicats engendrés par la vie du germe. Nous avons vu déjà tout à l'heure que deux auteurs différents ont donné des preuves de l'excellent rendement de cet appareil ; le Professeur Porcher écrit également : « Nul doute que la stassanisation qui donne des résultats meilleurs, qui purge complètement le lait de sa flore coli-aérogènes... »

ACTION DE LA PASTEURISATION SUR LES ACIDO-PROTÉOLYTES ET THERMOPHILES

Nous avons vu que la pasteurisation est généralement satisfaisante pour la destruction des microbes pathogènes. Mais si nous examinons le lait à sa sortie du pasteurisateur, nous constatons qu'il contient encore de nombreux germes survivants.

Ce sont ces germes, qui ont été étudiés depuis longtemps par les auteurs et en particulier par le Professeur Gorini de l'Institut d'Agriculture de Milan, auxquels on a donné le nom de thermo-résistants et de thermophiles (1). Les thermo-résistants, sont représentés principalement, en outre des spores bacillaires, par des coccus asporogènes. Les thermophiles sont représentés, en outre d'espèces thermophiles strictes, comme le *Bacillus lactis thermophilus* du Professeur Gorini, par des souches thermophiles facultatives du genre *Subtilis*.

Cette distinction a son importance, car des deux catégories de germes, la plus redoutable, au point de vue de la conservation du lait pasteurisé, est certainement la deuxième. En effet, les simples thermo-résistants demeurent pendant la pasteurisation, silencieux et paralysés ; ils en sortent plutôt affaiblis, de sorte qu'ils exigent une certaine période d'incubation avant de reprendre leur prolifération dans le lait pasteurisé. Au contraire, les germes thermophiles du second groupe sont capables, non seulement de survivre, mais aussi de se multiplier dans leur forme végétative, de sporuler et de se développer à nouveau, précisément pendant la pasteurisation, où

(1) Professeur Gorini. *Le Lait*, 1931.

ils ne sont dérangés par aucune concurrence vitale. En conséquence, à la sortie du pasteurisateur, ils se trouvent dans le lait maîtres du champ, et continuent sans interruption à proliférer, autant du moins que la température du lait n'est pas descendue à des degrés disgénésiques ; et il faut noter que ces degrés disgénésiques ne sont atteints seulement qu'au dessous de 37° C pour les thermophiles strictes et au dessous de 15° C pour les thermophiles facultatifs. Il en résulte que, par l'effet des simples thermo-résistants, le lait pasteurisé ne peut s'altérer qu'après un certain délai, tandis que, par l'effet des thermophiles, il peut s'altérer bien plus rapidement, à condition, bien entendu, qu'il ne soit pas réfrigéré immédiatement et conservé au dessous de 10° C au moins.

Voyons maintenant quels sont les résultats qu'ont montrés les expériences du professeur Gorini :

A la laiterie centrale de, le lait est pasteurisé d'après la méthode basse et lente, à 63° C. pendant une $1/2$ heure dans l'appareil A.P.V. de la « Milk Plant and Vessel Co » de Londres. Il est ensuite refroidi immédiatement à 5° C, embouteillé et encapsulé. Les bouteilles destinées au contrôle de la conservation sont expédiées directement au laboratoire du Professeur Gorini, où elles sont tenues en observation, toujours closes, et à la température ambiante, jusqu'au commencement de leur altération. Il est superflu d'ajouter que le lait, ainsi conservé dans les bouteilles, atteint cette température ambiante au bout d'un temps très court. Pendant la saison d'été 1930 (fin septembre), la conservation du lait pasteurisé et gardé dans ces conditions a donné des

résultats tout à fait satisfaisants, variants de 48 à 54 heures ; cependant par certaines journées très chaudes, avec une température ambiante de 28-30° C. dans quelques bouteilles il a été seulement de 28 à 34 heures. Il est à remarquer que, dans les bouteilles où la conservation a été la moins grande, il s'est accompli une coagulation molle et faiblement acide (2 à 2,5 pour 1.000 d'acidité lactique), ce qui est le propre des ferments acido protéolytiques, tandis que, dans les bouteilles à plus grande conservation, il s'est produit une coagulation ferme et plus acide (5 à 7 pour 1.000 d'acidité lactique), ce qui est le propre des vrais ferments lactiques. Certains caillots ont présenté quelque dégagement de gaz, mais plutôt tardif et limité, jamais au point de donner au caillot un aspect spongieux, comme cela arrive parfois chez des laits soumis, soit dans le commerce, soit même au laboratoire, à des procédés de stérilisation, c'est-à-dire à des températures bien plus élevées que celles de la pasteurisation. De même, on n'a pas observé de caillot à réaction alcaline, ni présentant des phénomènes putrides, même pas après une conservation des plus prolongée. Evidemment les bactéries gazéifiantes, de même que les bactéries putréfines, ont été tenues en échec ou étouffées par une microflore capable de survivre à la pasteurisation, mais non à la stérilisation.

Tous les caillots ont été soumis à l'examen microscopique direct, donnant une idée approximative la plus complète sur la physionomie microbienne, tandis que l'examen à l'aide de cultures fournit des résultats trop subordonnés à la technique et aux milieux employés. Cependant, plusieurs caillots ont été également soumis à des cultures isolantes sur pla-

ques d'agar lactosé et à des cultures sélectives thermobiotiques dans du lait à 54-56° C.

A l'examen microscopique direct, on a constaté chez tous les caillots un mélange de formes cocciques et de formes bacillaires ; dans les caillots fermes puls tardifs et plus acides les différentes formes se trouvaient dans des proportions différentes, le plus souvent avec une abondance remarquable de coccus ; tandis que dans les caillots mous, plus précoces et moins acides, les formes bacillaires étaient en prédominance marquée sur les coccus.

Dans les cultures sur plaques, se sont développées des colonies appartenant aux diverses sortes de germes thermorésistants et thermophiles décrits plus haut. Les formes cocciques étaient représentées en partie par les si caractéristiques mannocoques acido-protéolytiques (1) avec leurs variétés chromogènes (jaunes et orangées) en partie par des streptocoques de différents types, du str. mastitidis au str. lacticus. Tous ces coccus doivent être rangés plutôt parmi les germes thermorésistants que parmi les thermophiles, d'où s'explique pourquoi, là où ils étaient en plus grand nombre et parfois en prédominance, la coagulation ait eu lieu plus tardivement et avec une acidité élevée étant donné la présence, parmi eux de vrais ferments lactiques (Str. lacticus). Les formes bacillaires appartenaient pour la majeure partie au groupe subtilis ; seulement on trouvait aussi, dans quelques caillots, des formes du type B. lactes thermophiles et du type Clostridium butyricum gazéifiant.

(1) Les acides protéolytiques, en se revêtant d'un capuchon de caséine qui se précipite autour d'eux, surtout pendant le réchauffement par l'effet de leur chymase, sont capables de résister à des températures très élevées, même s'ils ne sont pas sporogènes.

Evidemment, parmi les bacilles certains avaient survécu comme simples thermorésistants, grâce à leurs spores ; d'autres avaient survécu comme thermophiles. En faisant des lacto cultures thermobiotiques des bacilles isolés, le Professeur Gorini a vérifié que les souches thermophiles se trouvaient en abondance dans les caillots précoces et peu acides où les formes bacillaires prédominaient sur les cocciques ; tandis qu'au contraire, elles faisaient plus ou moins défaut dans les caillots tardifs où les formes bacillaires étaient le plus souvent en nombre faible vis-à-vis des formes cocciques. Dans la généralité des cas, les formes bacillaires se sont révélées douces d'action acidoprotéolytiques sur le lait, à l'instar du *B. acidificans* présamigenes casei, en produisant de la pression et une faible acidité (maximum de 4-5 p. 1.000 d'acidité lactique) et en donnant un caillot à consistance molle. Dans les deux sortes de caillots, on rencontrait aussi quelques bacilles alcalino-protéolytiques, mais l'absence précédemment indiquée de phénomènes de putréfaction dans tous les caillots vient prouver que les germes alcalinisants ont été arrêtés dans leur développement par les germes antagonistes acidifiants, ainsi que l'avaient été de même les germes gazéifiants.

A l'appui de tout ce qui précède, il est à retenir que les caillots précoces sont dus à des bacilles acidoprotéolytiques thermophiles, lesquels, grâce à la production simultanée de chymase et d'une faible acidité, ont déterminé précisément le phénomène de la coagulation prématurée avec faible acidité (coagulation douce). Au contraire, les caillots tardifs doivent être attribués spécialement au développement de germes simplement thermorésistants représentés d'abord par les cocci, puis par les spores des bacilles

acidoprotéolytiques, lesquels, à la différence des bacilles alcalino-protéolytiques, ont pu coexister et collaborer avec les cocci même fortement acidifiants, tel que les ferments lactiques. Vraisemblablement, le degré d'acidité différent obtenu dans les caillots tardifs avec 5 à 7 pour 1.000 d'acidité lactique est en rapport avec la présence plus ou moins nombreuse de germes acido présurigènes, parmi lesquels, outre les bacilles précédents, on doit rappeler certaines formescocciques, tel que le *mannococcus* caractéristique. En effet la coagulation du lait par simple acidification à la température ambiante (en moyenne de 20 à 25° C, jamais supérieure à 30°) ne peut pas s'accomplir avec une acidité inférieure à (6,5-7 p. 1.000).

En ce qui concerne le lait pasteurisé, l'importance des souches thermophiles facultatives est certainement supérieure, au moins dans le cas présent, à celles des bacilles thermophiles stricts du type *B. lactis thermophilus*. En effet, la température ambiante (jamais supérieure à 30° C.), à laquelle ont été tenues les bouteilles de lait pasteurisé et réfrigéré pour le contrôle de la conservation, était très favorable aux thermophiles facultatifs, mais l'était moins sûrement aux thermophiles stricts qui ne se développant pas au-dessous de 37° C, devaient certainement cesser de se multiplier aussitôt après la pasteurisation et devaient bientôt se voir dépasser soit par les thermophiles facultatifs soit par les thermorésistants.

Du reste, des épreuves faites pour avoir une idée de la fréquence des bacilles thermophiles viennent confirmer la diffusion moins grande des bacilles thermophiles stricts. De fait, douze bouteilles de lait pasteurisé, aussitôt arrivées au laboratoire, ont été mises à l'étuve à 54,56° C ; sept de ces bouteilles ne se sont

pas altérées, même au bout de cinq jours, ce qui démontrait qu'elles ne contenaient pas de thermophiles ; cinq se sont altérées entre les 10 et les 24 heures, avec un caillot mou légèrement acide (de 3,4 à 4,2 p. 1.000 d'acidité lactique) et avec un repère microscopique de bacilles du groupe Subtilès. Mais dans aucun caillot le Professeur Gorini n'a trouvé de forme du type *B. lactis thermophilus*.

Quoi qu'il en soit, dans ces épreuves thermobiotiques sélectives, la fréquence des germes thermophiles s'est montrée discrètement élevée, puisqu'ils sont apparus dans plus d'un tiers des bouteilles examinées ; au contraire dans les épreuves faites à la température ambiante, cette fréquence n'a pas atteint le dixième des bouteilles contrôlées. Cela s'explique par la présence de germes mésophiles qui doivent certainement avoir fait obstacle à la manifestation des thermophiles. Mais cela démontre, d'autre part, combien la présence des germes thermophiles vient accroître la nécessité pour le lait pasteurisé, surtout s'il est traité par le procédé à basse température et lent, d'être réfrigéré le plus rapidement possible et conservé tel jusqu'à la consommation. Il y a donc lieu d'assurer la réfrigération du lait pasteurisé au-dessous de 5° C et sa conservation au moins au-dessous de 10° C jusqu'au moment de son usage ; la moindre négligence dans ces précautions peut être la cause de l'inconvénient si souvent déploré de la coagulation prématurée ou douce du lait chez les revendeurs et les consommateurs, notamment lorsque, ainsi qu'il arrive d'ordinaire, le lait est réchauffé avant l'usage.

L'inconvénient de la coagulation prématurée du lait pasteurisé est à redouter particulièrement dans la saison d'été. Cela s'explique par deux motifs : a) par-

ce que les acidoprotéolytes thermophiles sont des souches dissociables du groupe *B. subtilis*, dont la diffusion dans la nature et dans le lait est notoirement plus forte pendant l'été ; b) parce que le plus souvent pendant la saison chaude le lait pasteurisé n'est pas conservé à des températures assez basses.

De même le professeur Henneberg de Kiel écrit (1) : Les micro-organismes sporifères résistant à la chaleur se trouvent dans tout lait, mais ils arrivent à un développement abondant dans le lait seulement aux époques chaudes de l'année. C'est pourquoi nous constaterons la coagulation douce prématurée seulement dans des régions déterminées et partout où l'approvisionnement en lait se fait à une grande distance et où, par suite, le lait a à supporter un long transport en chemin de fer de la laiterie jusqu'au marchand de lait. Pendant le séjour du lait en wagon refroidi qui dure souvent 12 h., la multiplication et la formation des spores des bacilles résistant à la chaleur sont naturellement intenses.

Nous voyons donc que d'après ces deux auteurs le lait pasteurisé à basse température doit : 1) être refroidi à 5° au moins, aussitôt après la pasteurisation, 2) être conservé à une température d'environ 10°.

Un auteur américain Robert S. Breed (2) indique les fautes techniques qui peuvent être commises au cours de la pasteurisation basse : les opérations particulièrement fautives connues jusqu'à présent comme favorisant le développement des thermophiles pendant la pasteurisation basse peuvent être indiquées comme suit : 1° Repasteurisation, 2° main-

(1) Professeur Dr. Henneberg et Dr. Christiansen (*Le Lait*, 1936).

(2) Robert S. Breed. *Le Lait*, 1938.

tien prolongé du lait en cuve ou stagnation dans des extrémités coudées de tuyauteries aux températures de pasteurisation ; usage continue de cuves ou de récipients à courant continu pendant plus de 2 à 5 heures sans nettoyage des appareils par forte asper-sion à l'eau très chaude ; 4° passage de lait chaud à travers des filtres en tissu pendant plus de 1 à 2 heures ; 5° présence d'écume sur le lait, laquelle ne s'écoule pas quand les cuves sont vidées à la fin de chaque période de 30 minutes ; 6° croissance des thermophiles sur les parois du matériel et dans les résidus de lait sur le matériel.

Si les micro-organismes thermophiles sont néfastes à la bonne conservation du lait ils sont heureusement inoffensifs pour l'homme. R. S. Breed écrit en effet : Hansen (1931) a montré par des expériences d'alimentation qu'aucun des sporogènes thermophiles examinés n'a produit dans le lait de substance causant des dérangements intestinaux chez les lapins ou les cobayes. Un témoignage encore meilleur de ce que ces organismes n'ont aucune importance au point de vue de l'hygiène publique a été fourni au cours des études effectuées par Frickett (1928) et Yale (1929) à Buffalo. Dans un des établissements étudiés, une très grande proportion du lait mis en bouteilles montra un nombre de milliers de germes par cm³ du thermophile protéolytique très actif qu'est le *Bacillus Klauspaphilus Prickett*. A ce moment, il n'y eut aucune plainte de clients et l'emploi du lait ne donna aucun mauvais résultat. Une situation semblable s'est présentée dans de nombreuses autres villes. On a noté le développement de l'acidité, de la coagulation genre présure et des saveurs mauvaises dans quelques-uns de ces cas, mais aucun

témoignage d'un préjudice important au point de vue de l'hygiène publique.

Si un lait infecté (1) avec des microbes sporifères supportant la chaleur, est pasteurisé à haute température, les formes végétatives (sans spores) sont complètement, ou en grande partie, détruites et seules les spores résistent à la pasteurisation et survivent. Ces germes sont donc, par la pasteurisation haute, notablement diminués numériquement. Après la pasteurisation, quand le lait n'est pas soumis à un refroidissement énergique immédiat, les spores germent et produisent de l'acide, de la présure, cependant en petite quantité non mesurable, pour commencer, à cause de leur nombre diminué. Le développement des germes sporifère est retardé par les bactéries lactiques avec lesquelles ils sont mêlés (2). Cette règle s'applique, dans une mesure limitée, seulement aux races de micro-organismes résistant à la chaleur, qui sont capables par elles-mêmes de produire de l'acide que la coagulation douce prématurée ne se manifeste pas après la pasteurisation haute, cela résulte de ce qu'aucune plainte n'est formulée par les ménagères. En général, le lait pasteurisé à haute température montre ainsi que les échantillons prélevés à plusieurs reprises et conservés d'une façon stérile dans les usines laitières, le prouvent — également une coagulation douce, mais seulement beaucoup plus tard, au moins après 24 heures. Au bout de ce temps le lait est consommé à la maison. S'il a été conservé exceptionnellement environ 36

(1) Professeur Dr. Henneberg et Dr. Christiansen (Le Lait, 1930).

(2) Il faut remarquer cependant que le plus grand nombre de bactéries lactiques est tué par la pasteurisation haute.

heures et caillé un peu avant, la ménagère ne se plaindra jamais, vu qu'elle a eu l'occasion entre temps d'acheter du lait frais au marchand de lait. Maintes fois cependant, le lait pasteurisé à haute température donne un caillé normal acide. Celui-ci est donc occasionné par la prédominance numérique des bactéries lactiques sur les germes sporifères, prédominance provoquée surtout par un contact infectieux.

Le danger des acido protéolytiques (1), comme de tous les thermophiles, est certainement atténué par la pasteurisation haute à 80°-85° C, ou même par l'ébullition ménagère, les formes végétatives de ces bacilles étant détruites au delà de 70° C. Cela justifie la mesure adoptée par certaines laiteries de hausser quelque peu, à 68-70° C pendant 20 minutes, la température de pasteurisation pendant l'été, ayant recours ainsi à une pasteurisation moyenne. En effet, le danger des thermophiles est toujours d'autant plus grave que leur nombre est plus grand. On doit cependant considérer que la charge en thermophiles dépend avant tout du fonctionnement et de la propreté des appareils de pasteurisation, notamment de ceux où le lait doit séjourner à 60-65°. Si ce séjour est prolongé par erreur au delà des 30 minutes de rigueur, ou, ce qui est encore bien plus grave, si les bacs ne sont pas bien nettoyés entre une opération et l'autre, s'il y a dans les tuyaux, les robinets, etc., des points morts, s'il y a en un mot, des stagnations de lait ou d'incrustation lactée à 60-65° C., alors les thermophiles seront à leur aise pour établir leur nid permanent et se multiplier abondamment. Pourtant, si on a soin d'éviter l'éta-

(1) Professeur Gorini (Lait 1931).

blissement de tel snids, on peut se contenter, même pendant l'été, de la pasteurisation ordinaire, basse et lente, qui ménage mieux les qualités aussi précieuses que délicates du lait. Du reste, même en tuant les formes végétatives des thermophiles, soit par la pasteurisation haute, soit par la cuisson ménagère, il reste toujours la nécessité impérieuse d'une réfrigération immédiate profonde et durable, car il peut rester dans le lait les spores survivantes des thermophiles, qui sont alors capables de pousser rapidement aux températures au dessous de 70°C et jusqu'à 20°C . Si le lait est refroidi insuffisamment ou trop lentement, comme il arrive ordinairement à la maison, surtout pendant l'été, il peut s'accomplir aussi, en peu de temps, la coagulation prématurée douce. Il faut encore ajouter que dans le lait soumis à la pasteurisation haute ou à l'ébullition, les acido-protéolytes thermophiles trouvent un terrain encore plus libre pour leur développement et leur action, car la concurrence vitale des autres germes a été éliminée.

Pour terminer, nous ferons remarquer que dans la Stassanisation, les microbes de la flore banale sont détruits aussi complètement que dans la pasteurisation haute puisque l'on atteint une température supérieure à 70° . En outre, la durée de l'opération étant très réduite, la stassanisation ne peut avoir une action favorable sur le développement des spores des bacilles thermophiles (à condition, bien entendu, qu'il n'y ait aucune faute technique pendant la stassanisation et ensuite pendant le refroidissement du lait). Enfin, comme le fait remarquer le professeur Porcher, c'est un des mérites de la Stassanisation, de ne pas tuer entièrement la flore lactique, mais simplement de l'atténuer considérablement.

ACTION DE LA PASTEURISATION SUR LES VITAMINES ET LA VALEUR ALIMENTAIRE DU LAIT

Lorsque l'on étudie la pasteurisation du lait, il ne faut pas oublier que beaucoup d'enfants, tout au moins pendant les premiers mois, sont alimentés exclusivement avec du lait de vache. Or, nous avons vu que ce lait n'est pas autre chose que du lait pasteurisé, surtout dans les grandes villes.

Quelle va être l'action de ce lait pasteurisé sur de jeunes organismes dont nous connaissons le besoin en vitamines. Beaucoup de médecins et d'hygiénistes se sont émus et ont déclaré que la pasteurisation du lait était néfaste à la conservation des vitamines du lait.

C'est ainsi que dans la Gazette des Hôpitaux, M. Roéland, conseiller municipal de Paris, écrivait :

« La stérilisation — et la pasteurisation n'est qu'une stérilisation imparfaite — la stérilisation appliquée à un produit vivant, destiné à des être vivants, est une absurdité. L'alimentation doit contenir des cellules vivantes, non des germes morts ; or, que nous donne-t-on sous forme de lait pasteurisé ? Des cadavres en bouteilles. Nous n'en voulons pas. Nous voulons un aliment propre, vivant, nutritif. Le lait pasteurisé n'est ni propre, ni vivant, ni nutritif. Il n'est pas nutritif en ce sens qu'une partie, la plus

(1) M. Roéland. Gazette des Hôpitaux, 15 juin 1932.

importante peut-être, des principes vitaux du lait, a été détruite par la pasteurisation, en même temps, je le veux bien qu'un certain nombre de microbes pathogènes. Je n'apprendrai rien à personne en rappelant que les phosphates de chaux, notamment, sont gravement altérés^e par la pasteurisation. Or, combien d'enfants, aujourd'hui, sont rachitiques ? A quoi est dû ce rachitisme, presque ignoré il y a trente ans ? A cette lamentable méthode préconisant d'alimenter les enfants avec un lait décomposé par la chaleur ».

D'après ce que nous avons déjà vu sur la flore pathogène du lait, nous nous trouvons donc devant cette alternative : du lait cru, donc plus nourrissant, mais dangereux, ou bien : lait stérilisé ou pasteurisé, moins dangereux, mais aussi moins nourrissant.

Remarquons d'ailleurs que le lait est utilisé également par la femme enceinte, la nourrice, le malade et le convalescent, on ressent donc le grand besoin d'un lait qui n'ait pas été dénaturé par la chaleur et n'ait pas été privé d'une partie de ses éléments constituants les plus importants.

Enfin il y a les individus adultes, en bonne santé, pour qui le lait est un aliment accessoire. Ce groupe peut se contenter de lait pasteurisé. L'adulte, dans son besoin de matières nutritives, plastiques et productives d'énergie et dans son besoin de vitamines, ne doit pas recourir au lait, parce qu'il trouve tout cela dans les substances alimentaires qui passent sur sa table. Aussi ne demande-t-il pas, en premier lieu, à son lait d'être particulièrement nourrissant, mais il tient avant tout à un lait qui ne soit pas dangereux pour sa santé : or, nous avons lu que le lait pasteurisé fournit à cet égard des garanties suffisantes.

En Angleterre (1), on peut se procurer un lait qui porte la dénomination de « clean, grade A, tuberculin tested milk ». Ce lait provient d'un bétail sélectionné, bien nourri, manipulé avec une grande propreté, il ne contient pas de germes pathogènes et très peu de germes de putréfaction ou de fermentation, les vitamines et autres éléments nutritifs n'ont pas été altérés. C'est un lait cru, non modifié, propre et sain.

En France, et dans la plupart des autres pays également, un tel lait n'existe pas, ou s'il existe, c'est en quantité limitée et, par suite à un prix trop élevé pour les bourses légères. D'ailleurs il pourrait être dangereux que certains producteurs, tentés par l'appât d'un prix plus élevé, entreprennent, sans aucun contrôle, une soi-disant industrie de lait pur. En France, nous savons d'ailleurs que les producteurs qui ont demandé le contrôle de leurs produits, en vue de livrer un lait propre et sain, sont demeurés, hélas, malheureusement rares. C'est pourquoi, tant que le lait pur ne pourra être obtenu que sporadiquement et que son prix restera beaucoup trop élevé, la majorité de la population, même celle qui a vraiment besoin de lait pur, devra se contenter de lait bouilli ou de lait pasteurisé ; ceci étant, il faut avant tout faire en sorte que le lait pasteurisé se rapproche le plus possible en qualité du lait frais.

Nous allons maintenant citer, pour apprécier la valeur du lait pasteurisé, les expériences du Dr. Van Leersum, qui ont principalement porté sur la vitamine C. Ces expériences ont été faites sur des co-

(1) Dr. E.C. Van Leersum. Congrès international de Laiterie. Paris, 1926.

bayes, car ces animaux sont particulièrement propres à la détermination de la teneur de cette vitamine. Comme il peut arriver qu'un cobaye arrive à crever durant l'expérience sans donner de phénomènes caractéristiques, l'auteur considère comme nécessaire pour l'établissement du diagnostic, de procéder, outre à une dissection méticuleuse, à un examen microscopique des organes que le scorbut attaque de préférence. Ce sont les côtes, les os longs, la vessie et les glandes surrénales.

Les animaux nourris de lait pasteurisé sont tous morts de scorbut aigu dans les quatre semaines. Mais bien loin de se laisser entraîner par suite de ce résultat défavorable à une condamnation de la pasteurisation, l'auteur a jugé qu'il était juste d'analyser également au point de vue de sa teneur en vitamines C, du lait cru, comme il est livré à Amsterdam au public.

Les expériences ont été faites en été, alors que les vaches étaient dans les pâturages, ayant à discrétion une nourriture végétale qui, on le sait, est la source de la vitamine C. Le lait dont il est question est celui de la traite de l'après-midi, et il est vendu le lendemain matin à Amsterdam ; il est donc vieux de 16 heures environ. Le résultat des expériences avec le lait cru fut que tous les cobayes sont morts de scorbut aigu ou sous-aigu entre les 28 et les 75 jours qui ont suivi le début de l'expérience. La teneur en vitamine C de ce lait non pasteurisé laisse donc déjà beaucoup à désirer. Seuls quelques-uns des animaux soumis à l'expérience de ce lait cru ont résisté un peu plus longtemps, dans le cas le plus favorable deux fois et demi plus longtemps que ceux qui avaient été nourris de lait pasteurisé, mais la mort n'a pu être évitée.

Le Dr. Van Leersum en donne l'explication suivante : Le lait, entre le moment de la traite et celui de la consommation, reste exposé à l'air et, par suite, s'en trouve saturé. Les expériences suivantes vont le montrer.

M. Kohman, de Washington, a trouvé dans le lait, juste avant la pasteurisation, des quantités assez importantes de gaz et une grande partie y était encore après la pasteurisation. Le Dr. Van Leersum a trouvé dans différentes sortes de lait, encore plus d'air et d'oxygène que M. Kohman ; dans un cas, 21 centilitres de gaz par litre, dont 27 % d'oxygène. De pareilles quantités ne peuvent pas être considérées dit-il, comme inoffensives pour les vitamines A et C très oxydables, dont la masse dans nos produits de nutrition est si extrêmement minime. A cela, s'ajoute encore l'action de la température, augmentant la vitesse de réaction.

En quelle mesure l'air et, en second lieu, la chaleur peuvent être nuisibles à la vitamine C, c'est ce qu'a montré une expérience avec du lait pur, à travers lequel le Dr Van Leersum a fait passer de l'air pendant une heure et aux températures de 0°, 37° ou 65° C.

Tous les animaux soumis à cette expérience sont morts dans les 70 jours du scorbut aigu ou sous-aigu et, comme il fallait s'y attendre, les animaux qui sont morts les premiers sont ceux qui avaient été nourris de lait saturé d'air à 65° C. Le nombre moyen de jours d'expérience pendant lesquels l'animal a résisté est de 23 pour la température de 65° C, de 38 pour celle de 37° C et de 46 pour 0°. Ce qui prouve, par conséquent, que le refroidissement ne constitue nullement un moyen efficace pour lutter contre la dimi-

nution de la teneur en vitamines. Cependant, les hautes températures favorisent l'oxydation.

Pour le Dr. Van Leersum, tout ceci s'applique également à la vitamine A. Cette vitamine si importante pour la nutrition de l'individu en état de croissance est soluble dans la graisse et par conséquent est enlevée en grande partie au lait par écrémage. Ce qui en reste dans le lait court une chance tout aussi grande d'oxydation que la vitamine C, car elle est aussi oxydable.

La pasteurisation, dit le Dr. Van Leersum, ne peut empirer la situation que s'il y a de l'oxygène dans le lait, et dans la pratique, il ne serait pas facile de l'écarter complètement du lait. Par contre, il est possible de limiter d'une façon appréciable sa mauvaise influence. En effet, toutes les manipulations que subit le lait favorisent pour ainsi dire la saturation du lait par l'air. On laisse couler le lait en jets longs et minces du pis dans le seau à lait. A la ferme, les boîtes à lait ne sont pas remplies et sont sans cesse secouées et mélangées à l'air pendant le transport à la laiterie. Enfin, nombreuses sont les opérations pendant la pasteurisation qui mettent le lait au contact de l'air. Nous voyons donc dans quel sens il faut améliorer le traitement du lait et nous savons que la machine à traire qui travaille comme appareil à vide a déjà réalisé un progrès.

Aussi, le Dr. Van Leersum conclut ainsi : Maintenant que nous savons que le temps et la température sont des facteurs qui influencent l'oxydation des vitamines, il va de soi que l'on doit faire subir la pasteurisation de préférence à un lait très frais et très largement rafraîchi.

Le Dr. Van Leersum a également fait des recherches sur la conservation des vitamines dans le lait

pasteurisé à l'électricité. Nous savons en effet que ce procédé, où l'on utilise le courant électrique à haute tension, est très efficace pour la destruction des bactéries, et qu'il a en outre l'avantage de ne pas changer le goût du lait.

Il a ainsi montré que lorsqu'on utilisait des électrodes en cuivre, la vitamine C était complètement détruite, tandis qu'avec des électrodes en charbon, le lait avait gardé une partie importante de sa vitamine C.

Nous ferons d'ailleurs remarquer qu'en ce qui concerne la vitamine B, qui est adhérente au lactose et à la caséine et qui, en outre, est thermo-stable, la chaleur de pasteurisation et l'écémage ne peuvent exercer une influence néfaste.

D'autres auteurs ont étudié l'action du lait pasteurisé sur la croissance et la vitalité d'animaux de laboratoire.

Dans le but de comparer (1) la valeur alimentaire du lait cru et du lait pasteurisé, on a administré à des rats, soit des mélanges standards de nourriture, soit du lait cru, soit du lait pasteurisé et l'on a déterminé la croissance des rats et leur vitalité. Puis, au bout de 6 mois, ces rats ont été tués et leurs organes examinés aux rayons X et, d'autre part, on a déterminé la composition de leurs os.

Ces diverses expériences ont permis de constater qu'il n'y a pas de différence sensible entre la croissance et l'état général de rats recevant soit du lait cru, soit du lait pasteurisé, et ceux de rats recevant un mélange alimentaire standard. De même,

(1) J. N. Brennen. Creamery and Milk Plant Monthly, t. 19, pp. 22-24, 1930.

l'examen aux rayons X ne permet pas de déceler de différence entre la structure des os de ces différents animaux et de même le pourcentage de calcium et de phosphore dans leurs os est le même, quelle que soit leur nourriture.

Il faut donc conclure de ces différents essais que le lait pasteurisé possède une valeur alimentaire qui est égale à celle du lait cru.

Nous pouvons citer également les expériences d'auteurs américains (1).

Les essais qui sont décrits dans ce travail ont été effectués en examinant des paires de rats placés dans des cages de verre et soumis à des conditions de vie identiques.

On a d'abord donné à chaque rat une nourriture uniquement constituée de lait cru ou, au contraire, pasteurisé à la température de 62°5 pendant 30 minutes. On a alors comparé la vitesse du développement de l'anémie chez ces animaux et on a trouvé des résultats pratiquement identiques, quelle qu'ait été la nature du lait.

On a repris ces essais en examinant, cette fois, le pouvoir calcifiant du lait, ce pouvoir calcifiant étant déterminé par la teneur en cendres totales, soit des fémurs des animaux, soit du corps tout entier, après avoir retranché dans ce dernier cas le calcium contenu dans l'intestin. On a également constaté dans ce cas des résultats identiques, quelle qu'ait été la nature du lait.

Enfin, on n'a pas trouvé de différence entre la

(1) Krauss (W.E.), Erb (J.H.) et Washburn (R.G.): Ohio Agr. Expt. Sta., Bi-monthly Bull., t. CLIV, 1932, pp. 3-6.

croissance d'animaux nourris au lait cru et celle d'animaux nourris au lait pasteurisé.

Comme conclusion à cette étude, on peut dire, sauf expériences nouvelles tendant à démontrer des résultats contraires, qu'il ne faut attacher aucune crainte à la diminution possible de la valeur nutritive du lait pasteurisé.

Récemment encore, en Amérique, on a repris la campagne pour le lait pasteurisé et de nombreuses statistiques sont venues montrer que la pasteurisation n'était pas une opération aussi néfaste que certains le prétendent (1).

Les études qui furent entreprises étaient la conséquence d'une campagne très active qui avait été menée en faveur du lait cru avec distribution de tracts et de journaux, par publicité dans les périodiques illustrés et par radio. Les Services de Santé des Etats d'Alabama, du Mississipi, de Floride, de Géorgie, de la Caroline du Nord, du Kentucky, du Missouri, de l'Oregon et de Washington, collaborèrent avec les expérimentateurs du Service de la Santé publique des Etats-Unis, dans une enquête très serrée, effectuée dans 39 villes des états. Les méthodes suivies dans cette enquête furent standardisées. Les expérimentateurs du Service de la Santé publique des Etats-Unis visitaient les différentes villes et aidaient le personnel local, pour que l'enquête fût exécutée dans des conditions tout à fait analogues. L'étude des réponses montra tout de suite que le nombre d'enfants qui n'avaient pas consommé de lait chauffé était pratiquement négligeable. C'est pour-

(1) The Journal of the American Medical Association. 29 octobre 1932. Traduction de M.C. Wolf.

quoi il fut décidé de placer dans le groupe du lait cru ceux des enfants qui avaient consommé du lait cru pendant plus de la moitié de leur vie, y compris la dernière moitié et de placer dans le groupe du lait chauffé ceux des enfants qui avaient consommé du lait chauffé pendant plus de la moitié de leur vie, y compris la dernière moitié. Sous le nom de lait chauffé, on entendait le lait pasteurisé, le lait bouilli, le lait évaporé et le lait en poudre.

L'étude effectuée sur plus de 3.700 enfants, de 10 mois à 6 ans, ne révéla aucune différence sensible entre le poids moyen des enfants qui n'avaient consommé que du lait chauffé et le poids moyen de ceux qui avaient consommé du lait cru pendant une période de temps supérieure à la deuxième moitié de leur existence. Le poids moyen du groupe du lait chauffé était de 33 livres 2 ; la différence, insignifiante, était cependant en faveur des enfants qui n'avaient consommé que du lait chauffé. Il n'y avait pas de différence sensible entre la taille moyenne des enfants des deux groupes. Les tailles respectives étaient de 95 cm. 2 et 94 cm. 9. Si petite que fut la différence, elle favorisait cependant les enfants qui n'avaient consommé que du lait chauffé.

Les courbes de poids par rapport à l'âge et des tailles par rapport à l'âge n'étaient pas influencées d'une façon sensible par la race ni par la situation financière des parents des deux groupes d'enfants.

Des aliments supplémentaires sont ajoutés à la ration alimentaire de presque tous les enfants, presque immédiatement après le sevrage. Le fait que les enfants américains ne vivent pas exclusivement de lait, sauf pendant les premières semaines de leur vie, rend problématiques les conclusions que l'on peut tirer, relativement à la nutrition de l'enfant,

d'études faites sur des rats ayant eu une alimentation exclusivement lactée. Les aliments donnés en supplément aux deux groupes d'enfants étaient essentiellement les mêmes, excepté en ce qui concerne l'huile de foie de morue. Aux enfants ne consommant que du lait chauffé, on donna de l'huile de foie de morue pendant une moyenne de 41,6 % de leur existence, tandis que les enfants consommant du lait cru ne prirent de l'huile de foie de morue que pendant une moyenne de 27,6 % de leur existence. Cette intéressante observation peut être considérée comme une explication du poids légèrement plus grand du groupe du lait chauffé. Afin de voir si cette hypothèse était justifiée, il fut décidé de regrouper les enfants qui avaient consommé du lait chauffé en se basant sur ce qu'ils avaient consommé d'huile de foie de morue. Une comparaison du poids moyen des enfants qui avaient reçu de l'huile de foie de morue pendant plus de la moitié de leur existence avec le poids moyen de ceux qui n'avaient pas reçu du tout d'huile de foie de morue, révéla une différence négligeable de 0,1 %.

La diphtérie ne frappa que 17,1 0/00 des 1875 enfants qui avaient consommé du lait chauffé, tandis que 22,7 0/00 des 1762 enfants qui avaient consommé du lait cru d'une façon prédominante furent atteints de diphtérie. La scarlatine frappa 23 0/00 des enfants du groupe du lait chauffé et 41,4 0/00 des enfants du groupe du lait cru. En écartant les diarrhées qui, probablement comprennent beaucoup de cas bénins non attribuables au lait, les troubles intestinaux constatés dans le groupe du lait chauffé furent de 111,0 0/00, et dans le groupe du lait cru de 196,0 0/00. 3 cas seulement de scorbut furent notés : 2 dans le groupe du lait chauffé et 1 dans le

groupe du lait cru. Le rachitisme atteignit le taux de 31,5 0/00 dans le groupe du lait chauffé et de 51,1 0/00 dans le groupe du lait cru : on suppose que ce résultat inattendu est peut-être dû au fait que le groupe du lait chauffé a reçu davantage d'huile de foie de morue.

La conclusion de cette vaste enquête est que le lait chauffé ne donne pas au point de vue de la croissance des enfants des résultats sensiblement inférieurs à ceux du lait cru.

Dans cette enquête il n'a pas été utilisé que du lait pasteurisé, puisque les statistiques portent également sur des enfants alimentés avec du lait bouilli ou du lait en poudre, mais d'une part, il faut remarquer que ces laits n'entrent dans la consommation que pour une proportion de 12,5 % et d'autre part, nous savons que les préparations qu'ils subissent ne peuvent pas être plus favorables que la pasteurisation, en ce qui concerne les vitamines.

Nous avons vu, grâce aux expériences du Dr. Van Leersum, que les deux facteurs importants d'altération des vitamines étaient : l'oxygène et la chaleur. Aussi, ne devons-nous pas nous étonner que la Stassanisation soit le procédé de choix pour la bonne conservation des vitamines. En effet, le chauffage étant très rapide, en 10 à 15 secondes, sous une température de 75° seulement, sans qu'aucune partie du lait n'ait dépassé cette température puisque les deux parois métalliques chauffées n'atteignent qu'un ou deux degrés de plus, ce procédé de pasteurisation remplit déjà une des conditions exigées. Enfin, le lait ne subit pas la moindre aération, ce qui est loin d'être le cas dans les autres systèmes.

D'ailleurs, le Professeur Porcher (1) répondait à M. Roéland en ces termes : « Que M. Roéland se rassure. Nous sommes en possession, maintenant, de méthodes et de procédés de pasteurisation qui font que le lait pasteurisé est propre, vivant, nutritif. Il ne faut pas s'exagérer l'influence de la chaleur sur les phosphates de chaux ; c'est un leit-motiv qui a pour but d'impressionner le jugement, mais auquel, très sincèrement, nous n'attachons pas grande importance. Cela ne veut pas dire que nous ne devions pas souhaiter la conservation dans le lait des équilibres délicats qui en constituent la trame. Au surplus, il est telle méthode de pasteurisation qui a pour but, justement, de conserver ces équilibres ou de ne les altérer qu'au minimum : c'est celle de la couche vraiment mince.

D'ailleurs, les expériences du Professeur Frédericia, de Copenhague, directeur de l'Institut d'Hygiène de l'Université, pour les vitamines A et B, et celles du Docteur M. V. Poulsen, chef de service à l'Hôpital des Enfants, pour la vitamine C, ont établi la plus parfaite conservation de ces trois vitamines dans le lait pasteurisé par le procédé du Dr. Stassano.

(1) *Le Lait*. Janvier-février 1933.

ACTION DE LA PASTEURISATION SUR LA DIGESTIBILITÉ ET LE GOUT DU LAIT

L'un des reproches que l'on a adressés le plus souvent à la pasteurisation haute est celui-ci : la pasteurisation change le goût du lait.

Ainsi, M. Ernest Vaillant déclarait en 1926, au Congrès de Laiterie de Paris : « La température de 80°-85° C à laquelle le lait est chauffé en pasteurisation haute modifie les caractères physico-chimiques du lait et en rompt totalement l'équilibre.

« L'albumine est coagulée et s'attache petit à petit aux parois du pasteurisateur. Cette couche mince forme un isolant qui oblige à un excès de chauffage lorsqu'elle devient un peu épaisse. C'est alors qu'elle se cuit, et donne à tout le liquide un goût caractéristique désagréable (1). Le nettoyage du pasteurisateur est difficile, il faut gratter cette couche qui adhère fortement au grand risque de désétamer la cuve et de mettre le cuivre complètement à nu. »

Pourtant, tous les auteurs ne sont pas du même avis et il faut croire que ce goût de cuit serait dû à une mauvaise pasteurisation, car M. le Professeur Bordas écrivait au même Congrès :

« Le Professeur Boggild affirme que le lait bien pasteurisé n'a pas le goût de cuit, et il rappelle qu'on pratique en Danemark la pasteurisation sur une

(1) Pour certains auteurs, le goût de cuit serait dû à la caramélisation de certains sucres du lait.

grande échelle depuis vingt ans, et qu'il est traité ainsi par jour à 85-90° C plus de 6 millions de litres de lait de centrifuge et 1 million de litres de crème.

L'auteur rappelle des expériences faites devant une commission de médecins parmi lesquels le Professeur Bang. Un lait traité ainsi après la traite, refroidi à la sortie du pasteurisateur, n'avant aucun goût de cuit. »

Et M. le Professeur Bordas ajoute : « Tel était aussi l'avis de M. Hazé, et aussi le nôtre. »

Pour ce qui est de la pasteurisation basse, les auteurs sont d'accord. Le chauffage à 63°-65° n'offre aucun de ces inconvénients. Le lait conserve son bon goût de frais, l'étamage des cuves est intact. la paroi de ces cuves est d'un entretien facile et économique.

Enfin, dans la Stassnaisation, le goût du lait ne serait pas du tout modifié. Ainsi en témoignent des expériences effectuées par M. Hansen : le lait pasteurisé pendant 15-16 secondes, à 75°, dans un appareil construit au Danemark suivant les données du Dr. Stassano, n'a montré aucun changement de son goût et de son odeur naturels.

Dans un autre ordre d'idées, il y a lieu de voir l'influence de la température sur la digestibilité du lait. Là encore la pasteurisation haute est plutôt néfaste car une grande partie des gaz dissous, et en particulier l'acide carbonique, sont chassés. Nous savons par contre qu'il s'enrichit en air et que c'est là une cause d'oxydation des vitamines. Or, cet acide carbonique a, pour certains auteurs, une importance capitale en maintenant la solubilité des sels de chaux et des phosphates qui sont si précieux pour la croissance de l'organisme.

Dans la Stassanisation, le CO^2 n'est pas chassé, d'abord parce que la filtration centrifuge est remplacée par une filtration sur toilé de coton et ensuite parce que une seule pompe, étudiée spécialement, prend le lait qui vient d'être filtré pour le lancer dans l'appareil sous une pression de 2 à 3 kilos. Il s'en suit que le lait circule complètement à l'abri de l'air et que la Stassanisation est le seul procédé qui conserve au lait le degré d'acidité qu'il avait à l'état cru.

Enfin, comme l'ont montré à M. Hansen ses expériences faites au Danemark : la composition chimique du lait n'est que très peu influencée par le traitement par la chaleur, seulement 8 % des substances de protéine en dissolution passèrent sous une autre forme.

CONCLUSIONS

Le lait peut contenir une flore microbienne très abondante. Les origines de ces microbes sont nombreuses ; ils peuvent provenir d'abord d'animaux malades, puis des mamelles malpropres, des mains du trayeur, ou des parois des récipients sales et mal lavées.

Cette flore, pathogène souvent, nuit à sa bonne conservation. Pour cette raison, il n'est pas possible, en règle générale, de consommer le lait cru ; à moins de le récolter avec des précautions minutieuses spéciales qui ont pour inconvénient de ne pas permettre de le vendre bon marché.

Certes, comme le remarque le Professeur Porcher, l'alimentation par le lait de vache cru peut donner d'excellents résultats dans l'alimentation de l'enfance, mais c'est, en quelque sorte, dans des cas un peu exceptionnels, parce qu'on peut toujours craindre des accidents éclatant soudainement, du fait d'une pollition du lait, à un moment quelconque des manipulations auxquelles il est soumis.

C'est dans le même sens également que le Professeur Tanon déclarait au Congrès de Paris, en 1926 : « Je ne comprends pas qu'on puisse envisager de consommer du lait cru dans tous les milieux indistinctement. »

Devant les difficultés de se procurer un lait cru, propre et sain, on a été conduit, depuis longtemps, à employer une méthode de conservation qui déba-

rasse le lait de tous ses microbes. De ces méthodes, celle qui modifie le moins la structure physico-chimique et surtout biologique du lait, c'est la pasteurisation.

Parmi les différents modes de pasteurisation que nous avons étudiés, notre préférence ira à la pasteurisation basse, et plus spécialement à la pasteurisation par le procédé du Dr. Stassano.

La pasteurisation haute, qui a eu une période de grande vogue, a maintenant perdu du terrain ; aux Etats-Unis, 98 % du lait est pasteurisé à basse température, de même en Angleterre où le mot pasteurisé est réservé à la pasteurisation basse. En France la même tendance est marquée.

Nous préférons cependant la méthode de Stassano, parce qu'avec ce procédé il ne se produit pas de mousse, pas de surchauffe donnant le goût de cuisson. Les microbes pathogènes sont détruits, la flore banale est aussi parfaitement neutralisée que possible, la flore lactique est en grande partie conservée.

Enfin, nous préférons la « Stassanisation » parce qu'elle n'a pas d'action sur la digestibilité du lait et sa teneur en vitamines.

Pour terminer, nous dirons que plusieurs villes ont déjà rendu la pasteurisation obligatoire et que les résultats ont montré une amélioration sensible de l'hygiène générale.

Deux opinions s'affrontent encore, récolte aseptique du lait avec contrôle officiel ; lait pasteurisé. Nous croyons que la seconde, dans l'état actuel, donne plus de garanties.

Vu : *Le Doyen,*

BALTHAZARD

Vu : *Le Président,*

TANON

Vu et permis d'imprimer :

Le Recteur de l'Académie de Paris,

S. CHARLÉTY

